



TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN
TUBUH BENDUNG BENDUNGAN TUGU
KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR**

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
10111500000016

HABIBUR ROHMAN
10111500000043

DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDY SUMIRMAN, MT.
NIP. 19581212 198701 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018



TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN
TUBUH BENDUNG BENDUNGAN TUGU
KABUPATEN TRENGGALEK, JAWA TIMUR**

**LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
10111500000016**

**HABIBUR ROHMAN
10111500000043**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. EDY SUMIRMAN, MT.
NIP. 19581212 198701 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



FINAL PROJECT – RC 145501

**IMPLEMENTATION METHODS TO BUILD MAIN
DAM CONSTRUCTION OF TUGU DAM IN
TRENGGALEK DISTRICT EAST JAVA**

**LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
10111500000016**

**HABIBUR ROHMAN
10111500000043**

**SUPERVISOR
Ir. EDY SUMIRMAN, MT.
NIP. 19581212 198701 1 001**

**DIPLOMA III PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING
CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING DEPARTMENT
FACULTY OF VOCATIONS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018**



LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PENGESAHAN

METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TUBUH BENDUNG BENDUNGAN TUGU KABUPATEN TRENGGALEK JAWA TIMUR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya

Pada

Bidang Studi Bangunan Air

Program Studi D-III Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 04 Juli 2018

Disusun Oleh :

Mahasiswa 1

Luqman Khoiruddin

Darmawan

NRP. 10111500000016

Mahasiswa 2

Habibur Rohman

NRP. 10111500000043



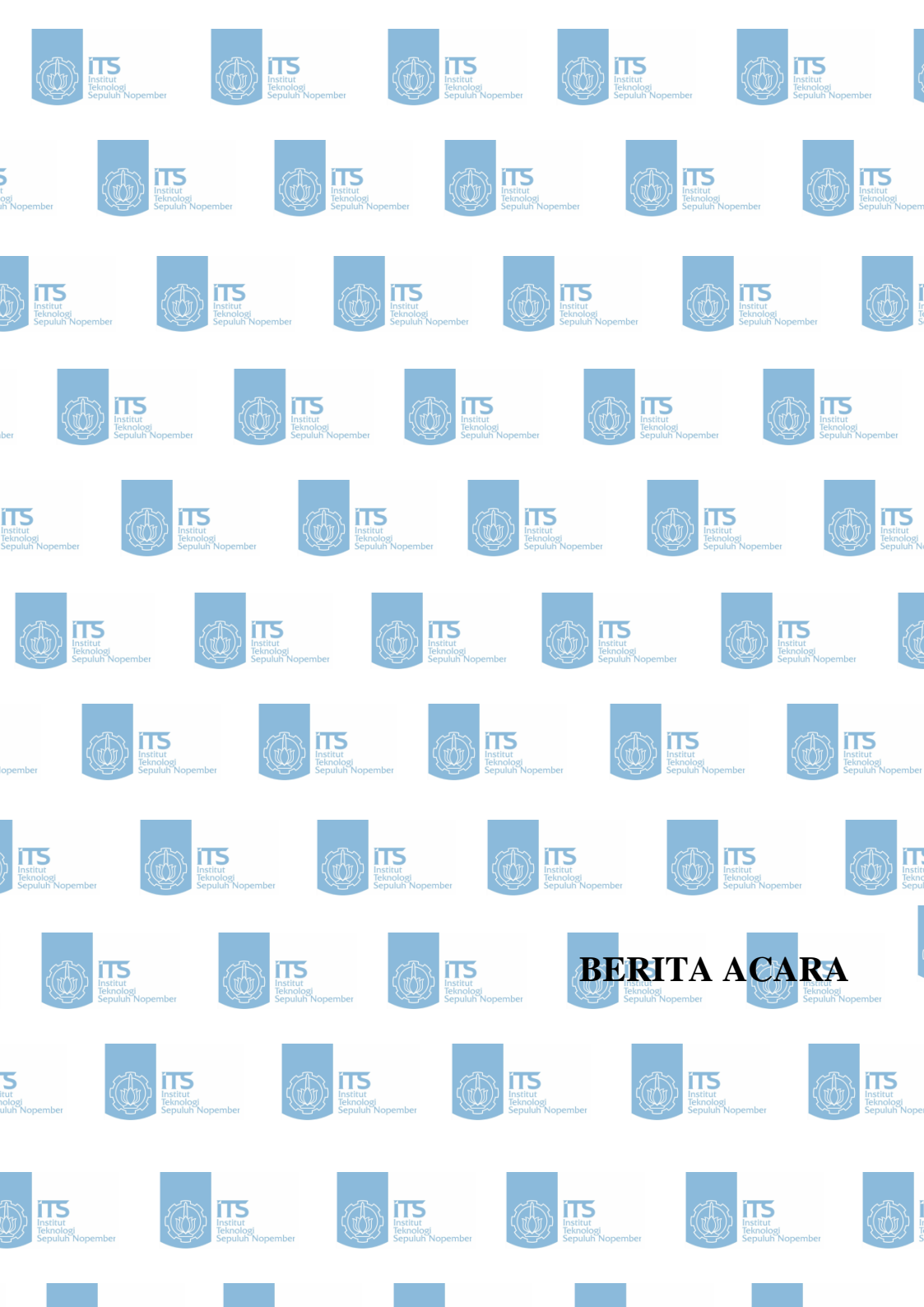
Mengetahui

Dosen Pembimbing

Dr. Edy Sumirman, M.T.

NIP. 19581212 198701 1 001

26 JUL 2018



BERITA ACARA



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 5 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Metode Pelaksanaan Pembangunan Tubuh Bendung Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur		
Nama Mahasiswa	Luqman Khoiruddin D	NRP	10111500000016
Nama Mahasiswa	Habibur Rohman	NRP	10111500000043
Dosen Pembimbing 1	Ir. Edy Sumirman, MT NIP 195812121987011001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	- NIP -	Tanda tangan	

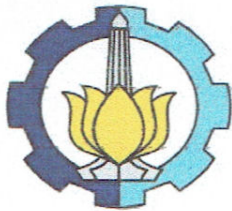
URAIAN REVISI	Dosen Penguji
① Perhitungan Kebutuhan Beton & kebutuhan alat 6 Analisis Hot Work 3 Time Secukupnya Bek. 5.1: Waktu Bekerja itu / menit per hari 5.2: Menghitung jumlah bahan , alat dan waktu yang diperlukan waktu	 Dr. Ir. Suharjoko, MT NIP 195601191984031001
	Ir. Edy Sumirman, MT NIP 195812121987011001
Revisi 1: Tampilkan dalam bentuk gambar bagian zonasi dan bahannya.	 M. Hafizh I. ST, MT NIP 198602122015041001
Revisi 2: Tampilkan dalam bentuk gambar hasil perhitungan zona, waktu dan alat yang digunakan	
Revisi 3: Kesimpulan jangan ada tabel & gambar.	
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
 Dr. Ir. Suharjoko, MT NIP 195601191984031001	 Ir. Edy Sumirman, MT NIP 195812121987011001	 M. Hafizh I. ST, MT NIP 198602122015041001	- NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Edy Sumirman, MT NIP 195812121987011001	- NIP -



LEMBAR ASISTENSI



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Habibur Rokman 2. Luqman Khoiruddin D.
NRP : 1. 101115 000 000 93 2. 101115 000 000 46
Judul Tugas Akhir : Metode Pelaksanaan Pembangunan Tubuh Bendung
 Bendungan Tugu Trenggalek, Jawa Timur
Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	9 - APRIL - 2018	- Perbaikan BAB 3				
2	19 - April - 2018	- Melanjutkan BAB IV - Analisa tanah		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	4 - Mei - 2018	- Trial Embankment - Perbaikan Analisa Tanah				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	21 - Mei - 2018	- Menghitung kapasitas alat berat - mencari koefisien efisiensi alat berat - menghitung banyaknya lintasan				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	30 - Mei - 2018	- Berisi menghitung banyaknya lintasan - Melanjutkan produksi alat berat				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	4 - Juni - 2018	- menghitung jumlah hari kerja alat berat - Berisi koefisien efisiensi alat berat				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



ABSTRAK

**METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TUBUH
BENDUNG BENDUNGAN TUGU KABUPATEN
TRENGGALEK JAWA TIMUR**

Nama Mahasiswa 1 : Luqman Khoiruddin Darmawan
NRP : 10111500000016
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Nama Mahasiswa 2 : Habibur Rohman
NRP : 10111500000043
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Edy Sumirman, M.T.
NIP : 19581212 198701 1 001

ABSTRAK

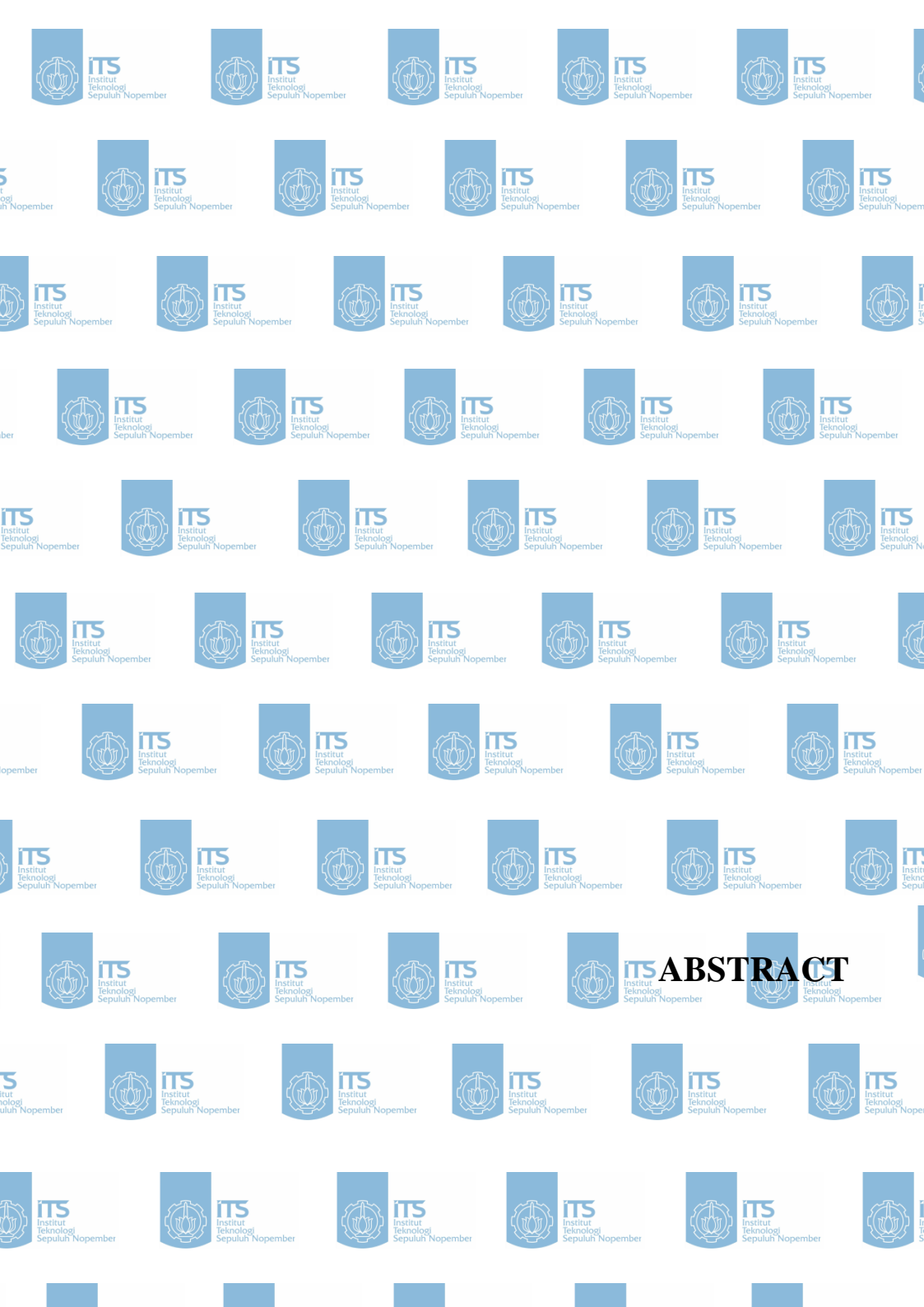
Bendungan Tugu terletak di Desa Nglinggis Kecamatan Tugu Kabupaten Trenggalek. Bendungan Tugu dibangun untuk mengatasi masalah-masalah yang sering terjadi di sekitar Bendungan tugu seperti kekeringan pada musim kemarau serta mengalami banjir di saat musim penghujan dan untuk memakmurkan masyarakat di sekitar Bendungan Tugu yang mayoritas berprofesi sebagai petani sehingga sangat membutuhkan air yang cukup untuk mengairi lahan sawahnya.

Bendungan Tugu merupakan bendungan tipe urugan dengan inti tegak kedap air. Dalam pelaksanaan pembangunan Bendungan Tugu terdapat beberapa jenis pekerjaan antara lain pekerjaan persiapan dan fasilitas pelaksanaan, pekerjaan pengelak, pekerjaan galian pondasi, pekerjaan timbunan, dan pekerjaan bangunan pelimpah.

Pada tubuh bendung Bendungan Tugu terdapat beberapa zona yaitu zona Inti kedap air, zona filter halus, zona filter kasar, zona random fill, zona rock fill, dan zona rip rap. Oleh karena itu metode pelaksanaan yang digunakan adalah penimbunan yang bertahap.

Dengan dibangunnya Bendungan Tugu diharapkan dapat memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 1.200 Ha, penyediaan air baku 400 liter/detik, PLTMH , dan sebagai pencegah banjir.

Kata Kunci : Bendungan Tugu, Metode pelaksanaan, Timbunan, Tubuh bendung.



ABSTRACT

**IMPLEMENTATION METHODS TO BUILD MAIN DAM
CONSTRUCTION OF TUGU DAM IN TRENGGALEK
DISTRICT EAST JAVA**

Student 1 : Luqman Khoiruddin Darmawan
NRP : 10111500000016
Department : Civil Infrastructure Engineering
Student 2 : Habibur Rohman
NRP : 10111500000043
Department : Civil Infrastructure Engineering
Counsellor Lecture : Ir. Edy Sumirman, M.T.
NIP : 19581212 198701 1 001

ABSTRACT

Tugu Dam is located in the Village Nglinggis Tugu District Trenggalek. Tugu Dam is built to overcome the problems that often occur around the Dam monument such as drought during the dry season and experiencing flooding during the rainy season and to prosper the people around Tugu Dam who mostly work as farmers so it is in need of enough water to irrigate the land of rice fields.

Tugu Dam is a type of urugan dam with an upright waterproof core. In the implementation of the Tugu Dam construction there are several types of work, among others, preparatory work and implementation facilities, duck work, foundation excavation works, heap construction, and spillway building work.

In the Tugu Dam dam body there are several zones of waterproof core zone, fine filter zone, coarse filter zone, random fill zone, rock fill zone, and rip rap zone. Therefore the implementation method used is a gradual hoarding.

With the construction of Tugu Dam is expected to meet the needs of irrigation water area of 1200 Ha, raw water supply 400 liters / sec, PLTMH, and as a flood prevention.

Keywords: Tugu Dam, Method of execution, Hoard, Body weir.

“Halaman sengaja dikosongkan”



KATA PENGANTAR

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan kami yang berjudul “METODE PELAKSANAAN PEMBANGUNAN TUBUH BENDUNG BENDUNGAN TUGU KABUPATEN TRENGGALEK JAWA TIMUR” dengan baik dan dapat mempresentasikan pada sidang proyek akhir.

Proyek akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada kurikulum Departemen Teknik Infrastruktur Teknik Sipil – Program Diploma III – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan proyek akhir ini agar mahasiswa dapat memahami serta mengetahui langkah kerja dalam pekerjaan pelaksanaan pembangunan tubuh bendung di suatu proyek bendungan.

Tersusunnya laporan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan orang sekitar. Dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan proyek akhir ini, yaitu :

1. Bapak Dr. Machsus, ST. MT. selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, ITS.
2. Bapak Ir. Edy Sumirman, M.T. selaku dosen pembimbing proyek akhir kami.
3. Bapak Arif Rahmat Darmawan S.T, M.T. dan Bapak Hendri S.T., M.T selaku pembimbing kami selama magang di Bendungan Tugu Trenggalek.
4. Orang Tua dan Keluarga yang telah member dorongan baik moril maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
5. Rekan-rekan mahasiswa, khususnya teman-teman kos manur gang masjid dan teman-teman bangunan air 2015

yang telah banyak membantu penyelesaian Proyek Akhir ini.

6. Rekan-rekan kerja praktik dan pegawai BBWS mas Bagus, Mas Ikhwan yang telah banyak membantu menjawab pertanyaan-pertanyaan tentang Bendungan Tugu sebagai objek Proyek Akhir ini.
7. Seluruh pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan proyek akhir kami, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Di dalam penulisan Tugas Akhir Terapaan ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak yang bertujuan untuk kesempurnaan Tugas Akhir Terapan ini.

Demikian laporan ini kami buat, semoga bermanfaat bagi pembaca. Kami dengan senang hati menerima kritik dan saran. Terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surabaya, 04 Juli 2018

Penyusun



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR BAGAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Peta Lokasi.....	3
BAB 2 KONDISI PERENCANAAN BENDUNGAN TUGU.....	5
2.1 Studi Terdahulu.....	5
2.2 Data Teknis.....	5
2.2.1 Waduk.....	5
2.2.2 Sistem Pengelak.....	6
2.2.3 Bendungan Utama.....	7
2.2.4 Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>).....	7
2.2.5 Bangunan Pengambilan (<i>Intake</i>).....	7
2.2.6 Bangunan Pengeluaran (<i>Outlet</i>).....	8
2.2.7 Kegunaan Waduk.....	8
BAB 3 LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Metode dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan.....	11
3.2 Sosial Masyarakat.....	12
3.3 <i>Barchart</i> (Bagan Balok).....	12
3.3.1 Cara Membuat <i>Barchart</i>	13
3.4 Pemadatan.....	14
3.5 Trial Timbunan Bendungan.....	14
3.6 Alat Berat.....	15

3.6.1	Jenis-jenis Alat Berat yang digunakan	16
BAB 4	METODOLOGI.....	23
4.1	Pengumpulan Data.....	23
4.2	Analisa Tahapan Pekerjaan	23
4.3	Metode Pelaksanaan	23
4.3.1	Analisa Volume Pekerjaan	23
4.3.2	Analisa Kebutuhan Peralatan, dan Bahan / Material	24
4.3.3	Analisa Waktu	24
4.3.4	Analisa Cara Pelaksanaan.....	24
4.4	Bagan Alir	25
4.5	Jadwal Pelaksanaan	26
BAB 5	ANALISA DATA.....	27
5.1	Analisa Volume pekerjaan.....	27
5.2	Analisa Produktivitas Alat Berat dan Bahan	50
5.2.1	Analisa Produktivitas Alat Berat	50
5.2.2	Analisa Bahan.....	85
5.3	Analisa Waktu	101
5.4	Cara Pelaksanaan.....	104
5.4.1	Timbunan zona 1 (Clay).....	104
5.4.2	Timbunan zona II (Filter Halus) dan zona III (Filter Kasar)	108
5.4.3	Timbunan zona 4 (<i>Random Fill</i>).....	111
5.4.4	Timbunan zona 5 (<i>Rock Fill</i>).....	114
5.4.5	Timbunan zona <i>rip-rap</i> bendungan	116
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN	121
6.1	Kesimpulan.....	121
6.2	Saran.....	123
DAFTAR PUSATAKA.....		125
LAMPIRAN		127



DAFTAR BAGAN

DAFTAR BAGAN

Bagan 4.1 Diagram alir	25
------------------------------	----

“Halaman sengaja dikosongkan”



DAFTAR GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi pembangunan Bendungan Tugu	3
Gambar 2.1 Layout Bendungan Tugu	9
Gambar 2.2 Potongan Melintang Tubuh Bendung.....	10
Gambar 3.1 Grafik Hubungan Antara Kadar Air (w) dan Berat Volume Kering (γ_d).....	15
Gambar 3.2 Excavator Back Hoe	18
Gambar 3.3 Dump Truck.....	19
Gambar 3.4 Water Tank Truck.....	19
Gambar 3.5 Vibro roller dan Sheepfoot roller.....	21
Gambar 3.6 Bulldozer	22
Gambar 5.1 Lokasi Material.....	87
Gambar 5.2 Grafik γ_{av} dan WC Optimum zona 1	88
Gambar 5.3 Grafik γ_{av} dan WC Optimum zona 2	90
Gambar 5.4 Grafik γ_{av} dan WC Optimum zona 2	91
Gambar 5.5 Grafik γ_{av} dan WC Optimum zona 4	93
Gambar 5.6 Skematik trial embankment	95
Gambar 5.7 Ilustrasi pekerjaan pengambilan zona inti (kedap air)	105
Gambar 5.8 ilustrasi pekerjaan penghamparan material timbunan zona 1	106
Gambar 5.9 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material zona 1	106
Gambar 5.10 Ilustrasi pekerjaan pengambilan material filter dari stock pile	109
Gambar 5.11 Ilustrasi pekerjaan penghamparan timbunan filter	110
Gambar 5.12 Ilustrasi Pekerjaan pemadatan material filter	110
Gambar 5.13 Ilustrasi pekerjaan pengambilan material random dari quarry	112
Gambar 5.14 Ilustrasi penghamparan material timbunan random	112
Gambar 5.15 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material random ..	113

Gambar 5.16 Ilustrasi pekerjaan peledakan batuan untuk material... zona 5	114
Gambar 5.17 Ilustrasi pekerjaan pengangkutan material timbunan .. batu	115
Gambar 5.18 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material timbunan batu	115
Gambar 5.19 Ilustrasi pekerjaan pengangkutan material timbunan rip-rap	118
Gambar 5.20 Ilustrasi pekerjaan penghampara zona rip-rap	118
Gambar 5.21 Ilustrasi pekerjaan peletakan material zona rip-rap	119

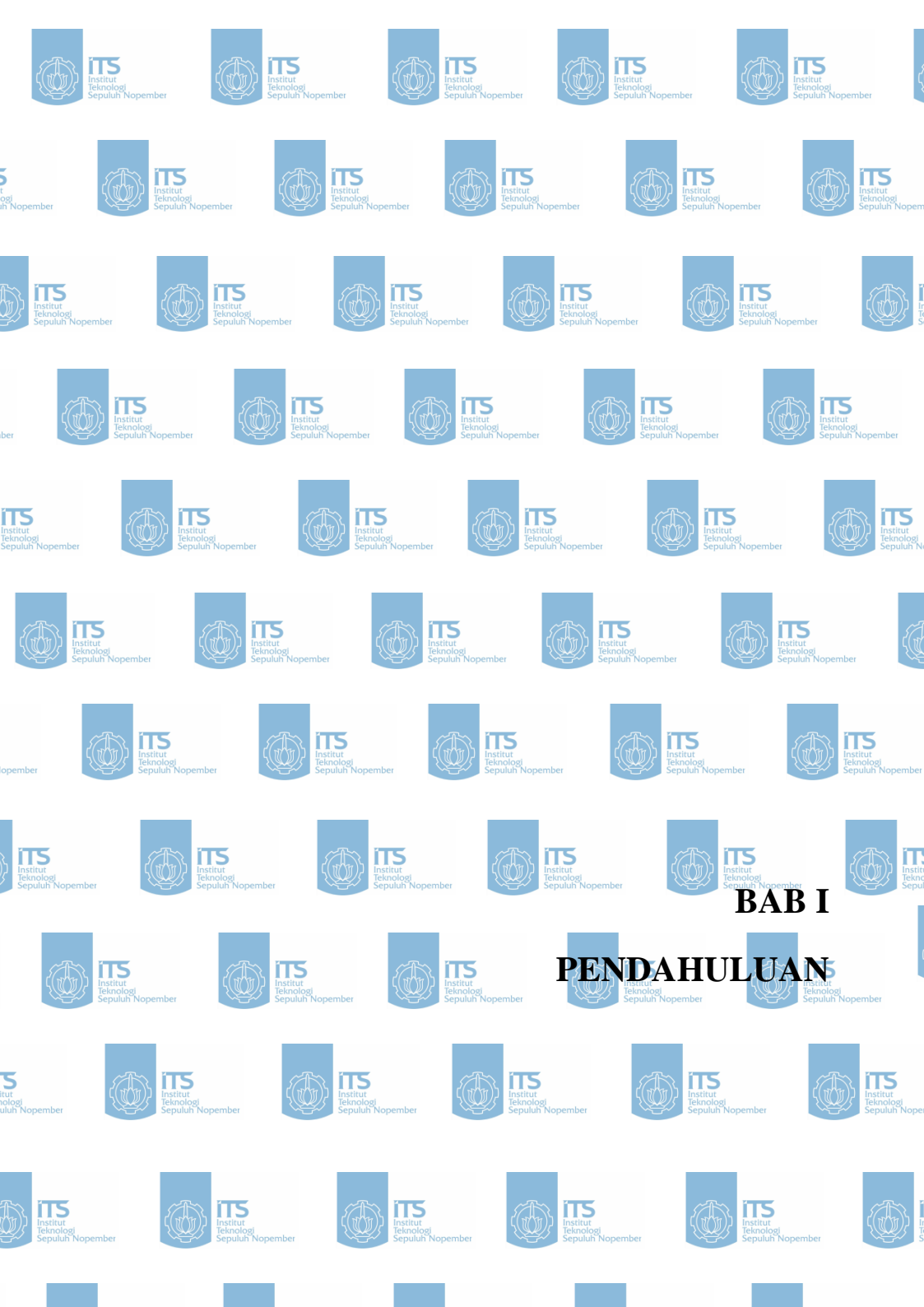


DAFTAR TABEL

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Tabel rencana pelaksanaan Tugas Akhir	26
Tabel 5.1 Koefisien bucket (Fb).....	51
Tabel 5.2 Faktor konversi galian (Fv)	51
Tabel 5.3 Faktor koefisien alat (Fa)	51
Tabel 5.4 Koefisien bucket (Fb).....	54
Tabel 5.5 Faktor konversi galian (Fv)	54
Tabel 5.6 Koefisien bucket (Fb).....	57
Tabel 5.7 Faktor konversi galian (Fv)	57
Tabel 5.8 Koefisien bucket (Fb).....	60
Tabel 5.9 Faktor konversi galian (Fv)	60
Tabel 5.10 Koefisien bucket (Fb).....	63
Tabel 5.11 Faktor konversi galian (Fv)	63
Tabel 5.12 Koefisien bucket (Fb).....	66
Tabel 5.13 Faktor konversi galian (Fv)	66
Tabel 5.14 Rekap produktivitas alat berat.....	67
Tabel 5.15 Rincian jumlah hari kerja	68
Tabel 5.16 Rekap kebutuhan alat berat	77
Tabel 5.17 Penempatan alat pada zona 5.....	79
Tabel 5.18 Penempatan alat pada zona 4.....	81
Tabel 5.19 Hasil tes lab Density Determination zona 1	88
Tabel 5.20 Hasil tes lab density determination zona 2	89
Tabel 5.21 Hasil tes lab density determination zona 3	91
Tabel 5.22 Hasil tes lab density determination Zona 4	92
Tabel 5.23 Alat berat yang digunakan.....	95
Tabel 5.24 Hasil trial embankment zona 1	97
Tabel 5.25 Hasil trial embankment zona 2	98
Tabel 5.26 Hasil trial embankment zona 3	99
Tabel 5.27 Hasil trial embankment zona 4	100
Tabel 5.28 Rincian jumlah hari kerja	103
Tabel 5.29 Kriteria desain material untuk zona rip-rap.....	117

“Halaman sengaja dikosongkan”



BAB I

PENDAHULUAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan Tugu terletak di Desa Nglingsis, kecamatan Tugu, Kabupaten Trenggalek. Bendungan Tugu dibangun untuk mengatasi masalah masalah yang sering terjadi di sekitar Bendungan tugu seperti kekeringan pada musim kemarau serta mengalami banjir di saat musim penghujan dan untuk memakmurkan masyarakat di sekitar Bendungan Tugu yang mayoritas berprofesi sebagai petani sehingga sangat membutuhkan air yang cukup untuk mengairi lahan sawahnya. Bendungan Tugu berfungsi untuk irigasi seluas 1.200 Ha, penyediaan air baku 400 liter/detik, PLTMH , dan sebagai pencegah banjir.

Menurut Dr. Suyono Sosrodarsono pada bukunya yang berjudul “Bendungan Type Urugan” bendungan urugan berdasarkan pada ukuran butiran dari bahan timbunan yang digunakan, dibagi menjadi 2 tipe, yaitu bendungan urugan batu dan urugan tanah (Sosrodarsono, 1977). Bendungan Tugu merupakan bendungan urugan yang bertipe bendungan urugan campuran yang dalam proses pembangunannya dengan cara menimbun bahan bahan seperti batu, kerikil, clay, dan tanah. Terdapat 6 zona di dalam tubuh utama Bendungan Tugu yaitu :Inti kedap air, filter halus, filter kasar, random fill, rock fill, dan rip rap. Dan dalam penimbunanya tidak bisa langsung menimbun 6 zona dalam satu waktu. Oleh karena itu perlu metode pelaksanaan yang tepat dan efisien dalam proses menimbun tiap tiap zona pada tubuh bendung Bendungan Tugu. . Pada proyek tugas akhir ini kami mengambil perencanaan metode pelaksanaan pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu yang efektif dan efisien.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang di atas maka di dapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapa volume pekerjaan tubuh bendung Bendungan Tugu ?
2. Berapa kebutuhan peralatan, dan bahan yang digunakan pada pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu ?
3. Berapa waktu yang diperlukan untuk pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas, maka batasan masalah yang tidak dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tugas akhir kami tidak membahas mengenai RAB proyek.
2. Tugas akhir kami tidak membahas kurvas S proyek.
3. Tidak membahas jenis pekerjaan selain penimbunan untuk *main dam*.

1.4 Tujuan

Berdasarkan pada rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Untuk menghitung volume pekerjaan tubuh bendung Bendungan Tugu Trenggalek.
2. Analisa kebutuhan peralatan, dan kebutuhan bahan pada pekerjaan pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu.
3. Analisa jadwal pelaksanaan yang efisien dan tepat dengan menggunakan *Bar Chart* (Bagan Balok).

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini untuk mendapatkan metode pelaksanaan pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu yang tepat dan efisien , dan bisa bermanfaat untuk penyedia jasa dan stekholder yang bersangkutan.

1.6 Peta Lokasi

Lokasi pekerjaan proyek Bendungan Tugu terletak di desa Nglinggis, kecamatan Tugu, kabupaten Trenggalek, Provinsi Jawa Timur. Secara geografis terletak pada koordinat $08^{\circ} 02' 27''$ LS dan $111^{\circ} 35' 07''$ BT. Lokasi terletak di pinggir kiri jalan raya kabupaten

yang menghubungkan Kota trenggalek dengan Ponorogo pada $\text{km} \pm 15.00$.



Gambar 1.1 Lokasi pembangunan Bendungan Tugu

(Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya)

“Halaman sengaja dikosongkan”



BAB II

KONDISI PERENCANAAN BENDUNGAN TUGU

BAB 2

KONDISI PERENCANAAN BENDUNGAN TUGU

2.1 Studi Terdahulu

1. Preliminary Study Stage of Tugu Dam oleh Nippon Koei Co. Ltd Bersama PT. Indra Karya, pada tahun 1984.
2. Review Feasibility Study and Enviromental Impact Analysis Tugu Dam, pada tahun 1995.
3. Studi Sosial Ekonomi dan PKM Pembangunan Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek oleh PT. Terasis Erojaya, tahun 2005.
4. Survey dan Investigasi As Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek oleh PT. Indra Karya, pada tahun 2007.
5. Amdal Pembangunan Waduk Tugu di Kabupaten Trenggalek oleh PT. Surya Cahaya Utama, dilaksanakan pada tahun 2009.
6. Survey Investigasi Tambahan untuk Detail Desain Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek oleh PT. Ika Adya Perkasa, 2011.
7. Model Tes Pelimpah Bendungan Tugu Kabupaten Trenggalek yang dilaksanakan di Laboratorium Sungai dan Rawa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Univ. Brawijaya, tahun 2012.
8. Detail Desain Bendungan Tugu di Kabupaten Trenggalek oleh PT. Indra Karya Wilayah I, tahun 2013.

2.2 Data Teknis

2.2.1 Waduk

Daerah Aliran Sungai	: 43,60 km ²
Debit rata-rata tahunan	: 1,33 m ³ /detik
Curah hujan rata2 tahunan	: 1,959 mm

Debit PMF

- Debit *Inflow* PMF : 1.136,60 m³/detik
- Debit *Outflow* PMF : 1.099,118 m³/detik
- Elevasi Muka Air PMF : El. 258,238 m

Debit Q₁₀₀₀

- Debit *Inflow* Q₁₀₀₀ : 670,95 m³/detik

• Debit <i>Outflow</i> Q_{1000}	: 637,949 m ³ /detik
• Elevasi Muka Air Q_{1000}	: El. 256,545 m
Debit Q_{100}	
• Debit <i>Inflow</i> Q_{100}	: 368,984 m ³ /detik
• Debit <i>Outflow</i> Q_{100}	: 340,997 m ³ /detik
• Elevasi Muka Air Q_{100}	: El. 255,181 m
Debit Q_{25}	
• Debit <i>Inflow</i> Q_{25}	: 252,70 m ³ /detik
• Debit <i>Outflow</i> Q_{25}	: 217,83 m ³ /detik
• Elevasi Muka Air Q_{25}	: El. 201,64 m
Muka Air Normal (MAN)	: El. 252,20 m
Muka Air Rendah (MAR)	: El. 215,50 m
Kapasitas Tampungan Bruto	: 9,8 x 10 ⁶ m ³
Kapasitas Tampungan Efektif	: 8,18 x 10 ⁶ m ³
Kapasitas Tampungan Mati	: 1,62 x 10 ⁶ m ³
Luas Daerah Genangan	: 41,70 Ha
Hujan tahunan rata-rata	: 1.959 mm

2.2.2 Sistem Pengelak

Tipe	: Konduit beton (2 lubang)
Dimensi	: 2 buah @ 3,20 m L x 3,20 m T
Debit Rencana	: $Q_{25} = 252,70 \text{ m}^3/\text{dt}$
Elevasi Inlet Konduit	: El. 192,00 m
Elevasi Outlet Konduit	: El. 176,00 m
Panjang Konduit	: 545,00 m
Bendungan Pengelak (Cofferdam)	
• Cofferdam Hulu	
Tipe	: Urugan batu dengan inti miring
Elevasi Puncak	: El. 203,50 m
Lebar Puncak	: 8,00 m
Panjang	: 191,00 m
Kemiringan Hulu	: 1 : 2,25
Kemiringan Hilir	: 1 : 2,00
• Cofferdam Hilir	
Tipe	: Urugan batu
Elevasi Puncak	: El. 198,50 m

Lebar Puncak	: 8,00 m
Panjang	: 281,00 m
Kemiringan Hulu	: 1 : 2,50
Kemiringan Hilir	: 1 : 2,00

2.2.3 Bendungan Utama

Type	: Urugan Batuan dengan inti tegak (zonal)
Elevasi Puncak	: EL. 259,00 m
Tinggi Bendungan	: 81,25 m (dari dasar sungai)
Lebar Bendungan	: 12,00 m
Panjang Bendungan	: 438 m
Kemiringan Hulu	: 1 : 2,25
Kemiringan Hilir	: 1 : 2,00

2.2.4 Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

Elevasi Ambang	: El. 252,20 m
Lebar Ambang	: 35,00 m

Saluran Transisi

- Elevasi dasar sal. Transisi : El. 243, 50 m
- Lebar saluran transisi : 24,00 m
- Panjang saluran transisi : 70,00 m
- Jembatan : 1 @25
- Lebar : 3,50 m

Saluran peluncur

- Lebar saluran peluncur : 22,00 m
- Panjang saluran peluncur : 344,00 m

Saluran peredam

- Lebar peredam energi : 22,00 m
- Panjang peredam energi : 65,00 m
- Elevasi peredam energi : El. 157,00 m

2.2.5 Bangunan Pengambilan (*Intake*)

Tipe Bangunan	: Menara tenggelam
Konstruksi	: Beton bertulang
Dimensi	: 1,50 x1,50 m, Tinggi 23,30 m

Elevasi Dasar Pengambilan : El. 215,50 m

2.2.6 Bangunan Pengeluaran (*Outlet*)

Bangunan irigasi : Di atas permukaan
 Dimensi : 22,00 m x 15,50 m
 Elevasi Dasar : El. 176,70 m
 Diameter pipa irigasi : 1,20 m
 Debit maksimum air irigasi : 1,93 m³/detik
 Debit rata-rata irigasi : 0,69 m³/detik

PLTM

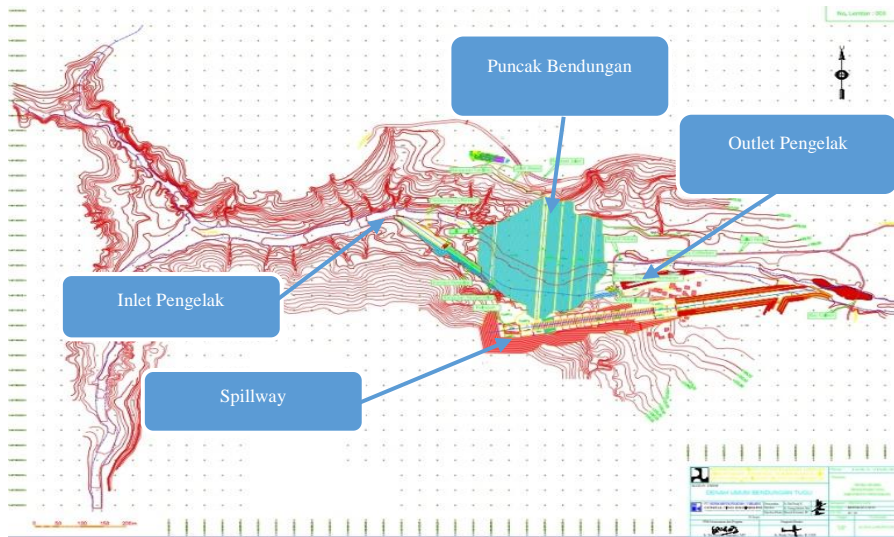
Debit pembangkitan : 0,93 m³/detik

2.2.7 Kegunaan Waduk

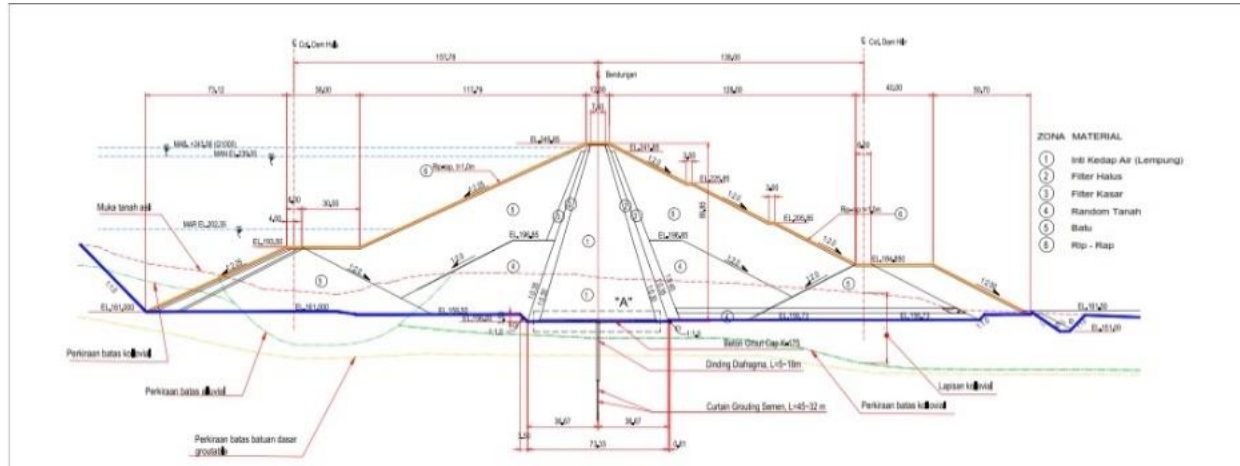
Penyediaan air DI. Ngasinan : 1.200 Ha
 Penyediaan air baku : 400 liter/detik
 PLTM : 0,4 MW

Pengendali Banjir

Mengurangi debit 100 tahun (Q100) : 27,99 m³/detik
 Mengurangi debit 1000 tahun (Q1000) : 32,99 m³/detik



Gambar 2.1 Layout Bendungan Tugu
(Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya)



Gambar 2.2 Potongan Melintang Tubuh Bendung
(Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Brantas Surabaya)



BAB III

LANDASAN TEORI

BAB 3

LANDASAN TEORI

Proses pengolahan data untuk perencanaan metode pelaksanaan pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu Kecamatan Tugu Kabupaten Trenggalek, berdasarkan teori dasar yang digunakan sebagai acuan adalah sebagai berikut.

3.1 Metode dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Data-data yang terkait dalam pembuatan proyek akhir ini yang berupa peta lokasi, data perencanaan yang dilanjutkan dengan survey lokasi proyek. Dalam metode dan waktu pelaksanaan proyek harus mempertimbangkan beberapa faktor (Mahayana, 2017) antara lain:

- a. Perencanaan yang matang
Salah satu yang membuat keberhasilan pelaksanaan suatu proyek adalah meninjau faktor geologi dan meninjau faktor sosial masyarakat yang ada terlebih dahulu.
- b. Pelaksanaan yang tepat
Untuk menunjang keberhasilan pembangunan proyek diperlukan pelaksanaan yang sesuai dengan waktu yang telah direncanakan dan menggunakan metode pelaksanaan yang telah ditentukan.
- c. Waktu pelaksanaan
Pembangunan bendungan tugu merupakan proyek *multi years* masa pelaksanaan dibutuhkan untuk proyek Bendungan Tugu direncanakan selama 4 tahun.
- d. Pengawasan ketat berjalanya proyek
Sebuah proyek pembangunan bendungan memerlukan ketepatan pekerjaan agar tidak terjadi masalah pada bangunan dikemudian hari. Sehingga diperlukan pengawasan yang sangat ketat saat berjalanya sebuah proyek.

3.2 Sosial Masyarakat

Sumber daya manusia (SDM) yang tersedia sangat dibutuhkan pada pelaksanaan pekerjaan tersebut. Pada proyek ini tenaga kerja bisa diajak kerjasama demi terselesaikannya proyek ini. Pelaksanaan proyek ini dianjurkan menggunakan tenaga kerja yang diambil dari penduduk setempat.

3.3 *Barchart* (Bagan Balok)

Dalam dunia konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *Barchart* atau Diagram Batang atau Bagan Balok. *Barchart* adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom *vertikal*, sementara waktu ditempatkan dalam baris *horizontal*. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok *horizontal* di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu *horizontal* pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992) dalam buku (Widiasanti & Lenggogeni, 2013).

Barchart atau Ganttchart digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi. Hal ini karena *Barchart* memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

1. Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
2. Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
3. Bila digabungkan dengan metode lain, seperti Kurva S, dapat dipakai lebih jauh sebagai pengendalian biaya.

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, penggunaan metode bagan balok terbatas karena kendala-kendala berikut (Callahan, 1992).

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan

- oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaruan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaruan segera menjadi "kuno" dan menurun daya gunanya.
 3. untuk proyek berukuran sedang dan besar', lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan. Aturan umum penggunaan penjadwalan dengan *Barchart* menyatakan bahwa metode ini hanya digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan, karena jika lebih dari 100, maka akan menjadi sulit untuk dibaca dan digunakan

3.3.1 Cara Membuat *Barchart*

Penggunaan *Barchart* bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai dan pada saat pelaporan. Penggambaran *Barchart* terdiri dari kolom dan baris. Pada kolom tersusun urutan kegiatan yang disusun secara berurutan, sedangkan baris menunjukkan periode waktu yang dapat berupa hari, minggu, ataupun bulan. Perincian yang terdapat pada *barchart* adalah sebagai berikut.

1. Pada sumbu horizontal X tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan akhir suatu kegiatan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.
2. Pada sumbu vertikal Y dicantumkan kegiatan atau aktivitas proyek dan digambar sebagai balok.
3. Perlu diperhatikan urutan antara kegiatan satu dengan lainnya, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain.

4. Format penyajian barchart yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.
5. Jika barchart atau bagan balok dibuat berdasarkan jaringan kerja *Activity on Arrow*, maka yang pertama kali digambarkan atau dibuat baloknya adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan-kegiatan nonkritis.

Penentuan unsur-unsur pada suatu *Barchart* bergantung pada kebutuhan proyek.

3.4 Pemadatan

Pada pembuatan timbunan tanah untuk jalan raya, dam tanah, dan banyak struktur Teknik lainnya, tanah yang lepas (renggang) haruslah dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya. Pemadatan tersebut berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tanah, sehingga dengan demikian meningkatkan daya dukung pondasi di atasnya. Pemadatan juga dapat mengurangi besarnya penurunan tanah yang tidak diinginkan dan meningkatkan kemantapan lereng timbunan (embankments). Penggilas besi berpermukaan halus (smooth-wheels rollers), dan penggilas getar (vibratory rollers) adalah alat alat yang digunakan di lapangan untuk pemadatan tanah (Das, Endah, & Mochtar, 1995).

3.5 Trial Timbunan Bendungan

Pada pekerjaan trial timbunan ini, dilakukan pengujian pemadatan standar (*Proctor Test*) di laboratorium untuk mengetahui kadar air optimum tanah dan berta volume kering material timbunan tubuh bendungan (Suprayogi & Yuliansa, 2018).

Pada uji pemadatan standar, tanah dipadatkan dalam sebuah silinder bervolume $1/30 \text{ ft}^3$ ($=943.3 \text{ cm}^3$). Diameter cetakan tersebut 4 in ($=101.6 \text{ mm}$). cetakan itu ditekuk pada sebuah pelat dasar dan di atasnya diberi perpanjangan (juga berbentuk siliner). Tanah dicampur air dengan kadar air

berbeda-beda kemudian dipadatkan dengan alat penumbuk dengan berat 5.5 lb (=2.5 kg), tinggi jatuh 12 in (=304.8 cm). Pemadatan tanah tersebut dilakukan dalam 3 lapisan dengan jumlah tumbukan per lapis 25 kali. Percobaan dapat diulang dalam 5 kali percobaan dengan kadar air yang berbeda-beda.

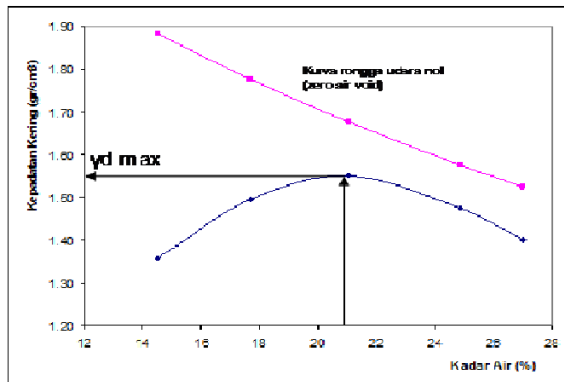
Untuk setiap percobaan, berat volume tanah basah (γ) dari tanah yang dipadatkan tersebut dapat dihitung:

$$\gamma = W/V \dots\dots\dots (\text{Das et al., 1995})$$

Keterangan:

W = berat tanah yang dipadatkan dalam cetakan

V = volume cetakan



Gambar 3.1 Grafik Hubungan Antara Kadar Air (w) dan Berat Volume Kering (γ_d)

3.6 Alat Berat

Peralatan mekanik adalah alat penunjang untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan yang bertujuan memperoleh hasil yang maksimal dan untuk mencapai sasaran pekerjaan, antara lain, tepat waktu sesuai jadwal serta lebih ekonomis bila dibandingkan dengan pekerjaan fisik manusia secara langsung.

Ada beberapa faktor yang diperhatikan untuk pemilihan penggunaan alat berat, antara lain :

1. Kondisi medan.
2. Karakteristik pekerjaan.
3. Teknik pelaksanaan pekerjaan.
4. Kapasitas pekerjaan yang dibutuhkan.

3.6.1 Jenis-jenis Alat Berat yang digunakan

Pada pekerjaan pembangunan tubuh bendung bendungan diperlukan alat berat/ peralatan yang menunjang pekerjaan. Berikut ini adalah alat berat yang digunakan dalam pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu.

1. *Excavator Backhoe*
2. *Dump truck*
3. *Water tank truck*
4. *Vibro Roller*
5. *Wheel loader*
6. *Bulldozer*

1. *Excavator*

Excavator adalah sebuah peralatan penggali, pengangkat dan pemuat tanah tanpa terlalu banyak berpindah tempat. (Sulistiono, 1996). Ada beberapa jenis *attachment* yang biasa digunakan pada excavator antara lain : *shovels, back hoe, dragline, clamshell*

- Waktu kerja dan siklus *Excavator*

Gerakan-gerakan *excavator backhoe* dalam beroperasi ada 4 macam, diantaranya adalah :

- Pengisian *bucket (land bucket)*
- Mengangkat dan *swing (swing loaded)*
- membuang (*dumping*)
- Mengayun balik (*swing empty*)

Empat gerakan diatas akan didapatkan *cycle time* yang menentukan lama waktu siklus, tetapi waktu ini juga tergantung dari ukuran *backhoe*, dan medan kerja yang berat.

- Perhitungan produksi *excavator*

Beberapa faktor koreksi yang dapat mempengaruhi produktifitas *backhoe* yaitu :

- a. Kondisi pekerjaan
 - Jenis tanah
 - Tipe pembuangan
 - Kemampuan operator
 - Pengaturan
- b. Faktor mesin
 - *Attachment* yang cocok
 - Kapasitas *bucket*
 - Waktu dan siklus
- c. Faktor *swing* dan kedalaman galian
 Dalam pengoprasian makin dalam pemotongan yang diukur dari permukaan tempat *excavator* beroperasi semakin sulit pula untuk mengisi bucket secara optimal dengan sekali gerakan.
- d. Faktor pengisian material

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = \frac{q \times Fb \times Fa \times 60}{TS \times Fv}$$

(Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tahun 2013)

Keterangan :

Q = Kapasitas per jam (m³/jam)

q = Kapasitas *bucket* (m³)

Fb = Faktor *bucket*

Fa = Faktor efisiensi alat

Fv = Faktor konversi kedalaman

Ts = Waktu siklus (menit)



Gambar 3.2 Excavator Back Hoe

(Sumber : Dokumen Pribadi)

2. *Dump truck*

Dump truck merupakan peralatan pengangkut yang berfungsi sebagai alat angkut, tanpa kemampuan menggali / memuat (sulistiono, 1996). Dalam pekerjaan pengelak *Dump Truck* berfungsi sebagai pemuat material hasil galian tanah untuk dibawa *Spoil Bank* atau *Stock Pile*.

- Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas suatu alat tergantung dari waktu siklusnya. Waktu siklus dari dump truck terdiri dari jumlah siklus excavator mengisi truck dan waktu siklus excavator, jarak, dan kecepatan.

Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas dump truck adalah :

$$Q = \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$$

Keterangan :

Q = Kapasitas per jam (m³/jam)

q = Kapasitas angkut (m³)

B = Koefisien muat

f = Koefisien konversi volume tanah

Fa = Faktor efisiensi alat

TS = Waktu Siklus (menit)



Gambar 3.3 Dump Truck

(Sumber : Dokumen Pribadi)

3. *Water Tank Truck*

Water Tank Truck merupakan salah satu alat penyemprot air yang digunakan untuk menyemprotkan air ke lapisan tanah yang akan dipadatkan pada pekerjaan timbunan bendungan.



Gambar 3.4 Water Tank Truck

(Sumber : Dokumen Pribadi)

4. *Vibro Roller*

Vibro roller merupakan sebuah alat penggilas pemadat bergetar yang berfungsi untuk menggetarkan tanah yang akan dipadatkan supaya ikatan butir pada

tanah menjadi lepas dan menyusun diri kembali menjadi butir yang lebih rapat.

- Perhitungan produksi *Vibro roller*
Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas Vibro roller yaitu :
 - Kondisi lapangan pekerjaan
 - Faktor peralatan
 - Faktor cuaca
 - Faktor material

Kapasitas produksi *Vibro Roller* dapat dihitung cara :

$$A = \frac{V \times B_2 \times E}{N}$$

$$Q = A \times D \times f$$

Keterangan :

- Q = Produksi alat berat (m³/jam)
 A = lebar yang dipadatkan per jam (m²/jam)
 B₂ = lebar efektif pemadatan (m)
 V = kecepatan gilas (Km/jam)
 E = efisiensi
 N = banyaknya lintasan
 D = tebal lapisan timbunan (m)
 f = koefisien konversi volume tanah





Gambar 3.5 Vibro roller dan Sheepfoot roller

(Sumber : Dokumen Pribadi)

5. *Wheel loader*

Wheel loader adalah alat pemuat beroda karet (ban) untuk landasan kerja relatif rata, kering dan kokoh. Berfungsi sebagai pemuat tanah/bahan lain kedalam alat angkut. Ada beberapa hal dalam pengoperasian loader yang harus diperhatikan yaitu hal yang berkaitan dengan pengisian bucket loader dan pembongkaran muatan loader untuk efisiensi kerja.

- Perhitungan produksi *Wheel loader*

$$Q = \frac{60 \times q \times E \times f}{Cm}$$

Keterangan :

Q = Produksi alat berat (m³/jam)

q = kapasitas truk mixer (m³)

E = efisiensi kerja

f = koefisien konversi tanah

Cm = *Cycle time* (menit)

6. *Bulldozer*

Bulldozer merupakan *tractor* yang dipasangkan pisau atau *blade* di bagian depannya. Pisau berfungsi

untuk mendorong atau memotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan adalah alat pemuat beroda karet (ban) untuk landasan kerja relatif rata, kering dan kokoh. Berfungsi sebagai pemuat tanah/bahan lain kedalam alat angkut. Ada beberapa hal dalam pengoperasian loader yang harus diperhatikan yaitu hal yang berkaitan dengan pengisian bucket loader dan pembongkaran muatan loader untuk efisiensi kerja.

- Perhitungan produksi *Bulldozer*

$$Q = \frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$$

Keterangan :

Q = Produksi alat berat (m^3/jam)

q = Kapasitas blade (m^3)

Fa = Faktor efisiensi alat

CT = *Cycle Time* (menit)



Gambar 3.6 Bulldozer

(Sumber : Dokumen Pribadi)



BAB IV

METODOLOGI

BAB 4

METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir terapan ini adalah sebagai berikut :

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari Instansi/Konsultan dan Kontraktor yang berupa :

1. Peta lokasi
2. Data spesifikasi teknis Bendungan Tugu
3. Jenis-jenis pekerjaan tubuh bendung/bendung utama
4. Gambar rancangan tubuh bendung

4.2 Analisa Tahapan Pekerjaan

Dari data-data yang telah dikumpulkan maka ada beberapa jenis pekerjaan pada pembangunan tubuh bendung antara lain :

1. Pekerjaan pengambilan material dari *Stock Pile*
2. Pekerjaan pengangkutan material dari *Stock Pile*
3. Pekerjaan penghamparan
4. Pekerjaan Pemadatan

4.3 Metode Pelaksanaan

Metode Pelaksanaan adalah cara pelaksanaan pekerjaan konstruksi berdasarkan urutan kegiatan yang logik, realistik dan dapat dilaksanakan dengan menggunakan sumber daya secara efisien. (*Pedoman Pengawasan Penyelenggaraan Pekerjaan Kontruksi ; Peraturan Mentri PU Nomor : 06/PRT/M/2008 Tanggal : 27 Juni 2008*).

4.3.1 Analisa Volume Pekerjaan

Menganalisa volume pekerjaan yang bertujuan untuk mengetahui jumlah peralatan, tenaga kerja, bahan / material, dan waktu yang dibutuhkan.

4.3.2 Analisa Kebutuhan Peralatan, dan Bahan / Material

Untuk kelancaran pelaksanaan dan memperoleh hasil maksimal maka dalam proyek pembangunan Bendungan Tugu khususnya pada pekerjaan tubuh bendung diperlukan alat penunjang berupa alat berat dan tenaga kerja yang sesuai kebutuhan lapangan, sehingga pembangunan dapat diselesaikan sesuai dengan rencana yang ditentukan.

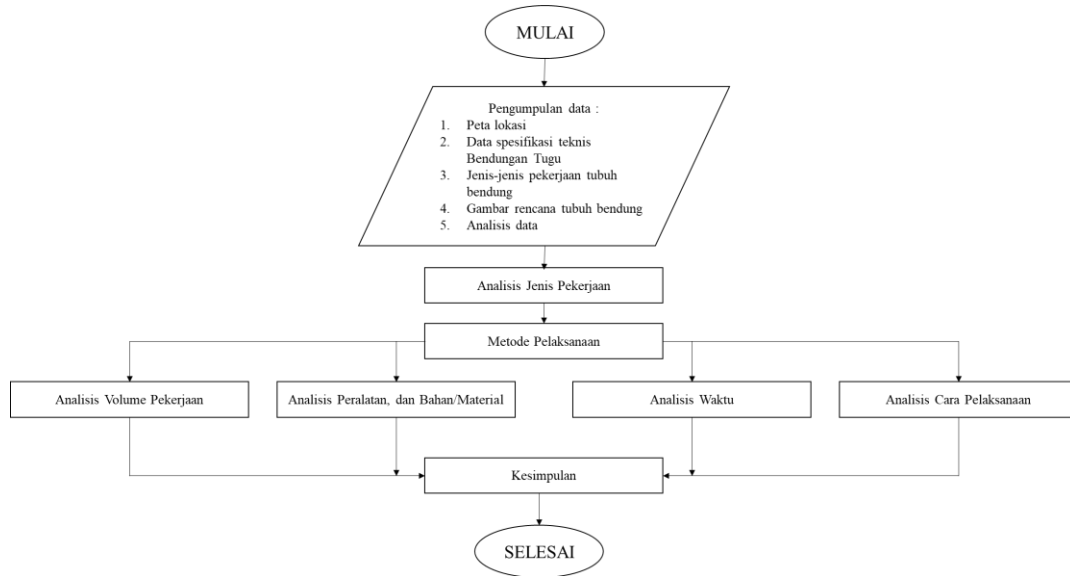
4.3.3 Analisa Waktu

Menganalisa waktu yang digunakan dalam pembangunan bendungan tugu agar berjalan dengan tepat dan efisien.

4.3.4 Analisa Cara Pelaksanaan

Menganalisa cara yang digunakan untuk pekerjaan pembangunan tubuh bendung Bendungan Tugu.

4.4 Bagan Alir



Bagan 4.1 Diagram alir



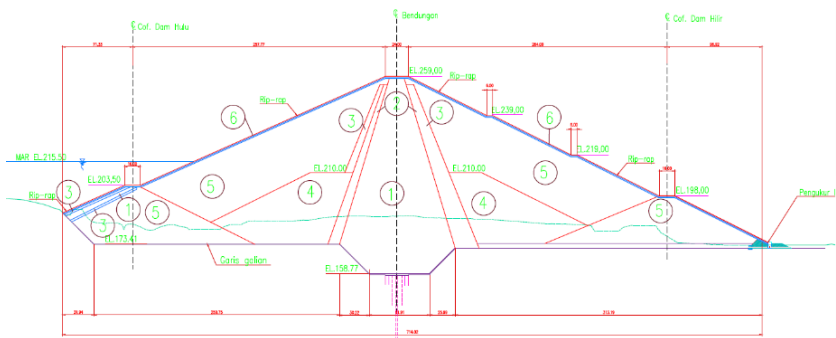
BAB V

ANALISA DATA

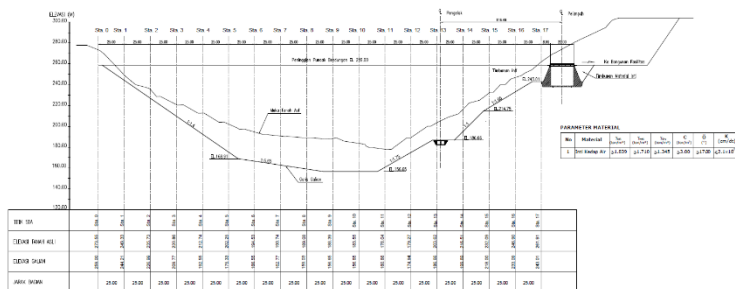
BAB 5 ANALISA DATA

5.1 Analisa Volume pekerjaan

Dari data spesifikasi Bendungan Tugu dengan ketinggian bendungan sebesar 81,25 m dan panjang bendungan 438 m, diperoleh volume timbunan bendungan seperti keterangan di bawah :

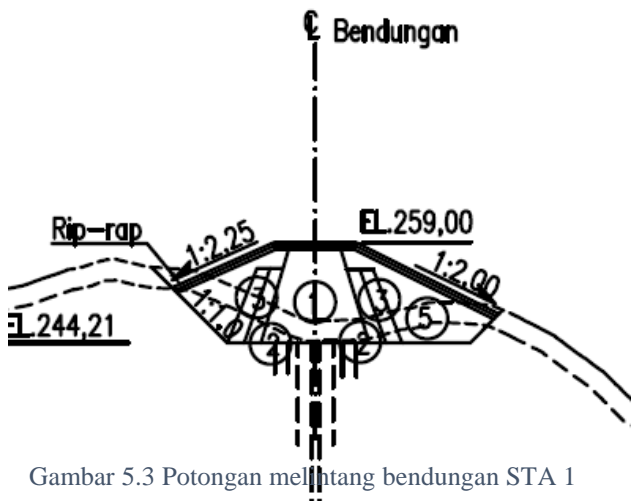


Gambar 5.1 Potongan melintang bendungan



Gambar 5.2 Memanjang bendungan

- STA 0 – STA 1



Gambar 5.3 Potongan melintang bendungan STA 1

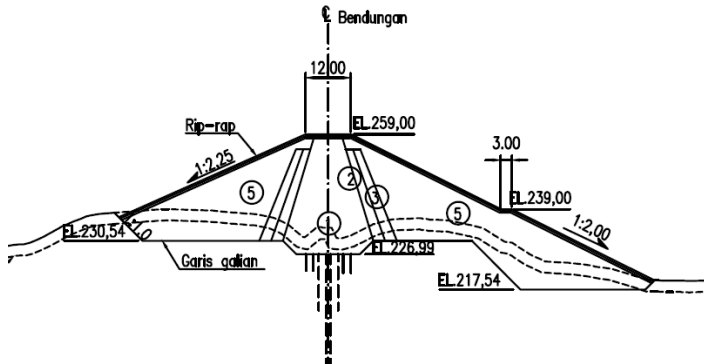
Perhitungan :
Untuk perhitungan STA 0 - 1 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 0} + \text{luas zona pada STA 1})/2 \times \text{jarak STA})$.
Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD.
Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.1 Rekap volume pada STA 0 - STA 1

STA 0 – STA 1			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	162.3483	25	4058.708
2	47.6	25	1190
3	47.6	25	1190
5	195.07	25	4876.75

(Sumber : perhitungan)

- STA 1 – STA 2



Gambar 5.4 Potongan melintang bendungan STA 2

Perhitungan :

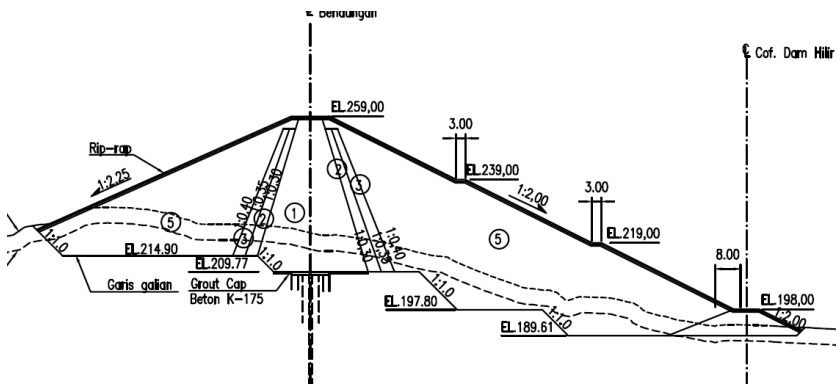
Untuk perhitungan STA 1 - 2 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 1} + \text{luas zona pada STA 2})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 5.2 Rekap volume pada STA 1 - STA 2

STA 1 - STA 2			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	492.1287	25	12303.22
2	123.82	25	3095.5
3	123.82	25	3095.5
5	1619.01	25	40475.25

(Sumber : perhitungan)

- STA 2 – STA 3



Gambar 5.5 Potongan melintang bendungan STA 3

Perhitungan :

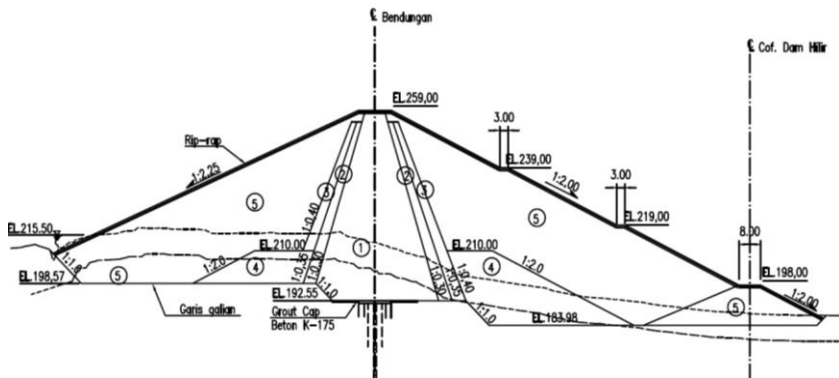
Untuk perhitungan STA 2 – STA 3 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 2} + \text{luas zona pada STA 3}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.3 Rekap volume pada STA 2 - STA 3

STA 2 – STA 3			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	1065.883	25	26647.08
2	255.82	25	6395.5
3	255.82	25	6395.5
5	4805.91	25	120147.8

(Sumber : perhitungan)

- STA 3 – STA 4



Gambar 5.6 Potongan melintang bendungan STA 4

Perhitungan :

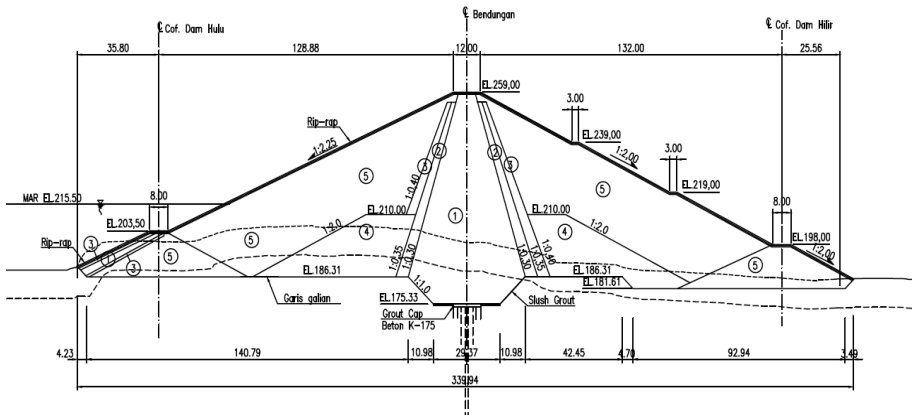
Untuk perhitungan STA 3 - 4 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 3} + \text{luas zona pada STA 4})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 5.4 Rekap volume pada STA 2 - STA 3

STA 2 – STA 3			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	1783.622	25	44590.55
2	405.16	25	10129
3	354.25	25	8856.25
4	1311.09	25	32777.25
5	6098.95	25	152473.7

(Sumber : perhitungan)

- STA 4 – STA 5



Gambar 5.7 Potongan melintang bendungan STA 5

Perhitungan :

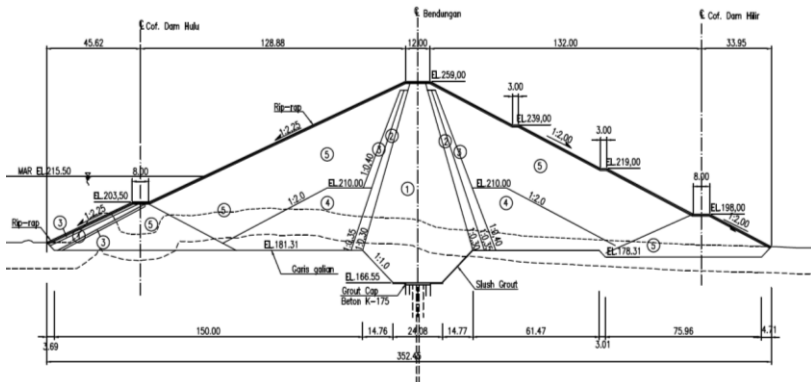
Untuk perhitungan STA 4 - 5 digunakan rumus ((luas zona pada STA 4+ luas zona pada STA 5)/2 x jarak STA). Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 5.5 Rekap volume pada STA 4 - STA 5

STA 4 – STA 5			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	2748.603	25	68715.08
2	513.83	25	12845.75
3	394.65	25	9866.25
4	2078.17	25	51954.19
5	6407.39	25	160184.8

(Sumber : perhitungan)

- STA 5 – STA 6



Gambar 5.8 Potongan melintang bendungan STA 6

Perhitungan :

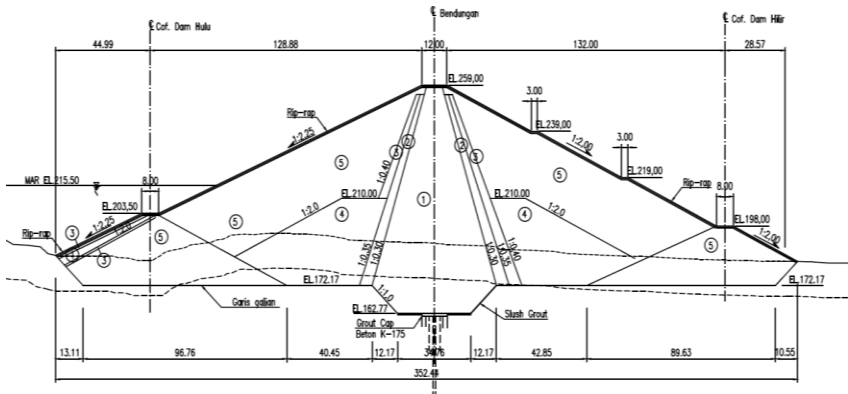
Untuk perhitungan STA 5 - 6 digunakan rumus ((luas zona pada STA 5 + luas zona pada STA 6)/2 x jarak STA). Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 5.6 Rekap volume pada STA 5 - STA 6

STA 5 – STA 6			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	3206.694	25	80167.36
2	554.35	25	13858.75
3	414.12	25	10353
4	2401.48	25	60036.88
5	6443.29	25	161082.2

(Sumber : perhitungan)

- STA 6 – STA 7



Gambar 5.9 Potongan melintang bendungan STA 7

Perhitungan :

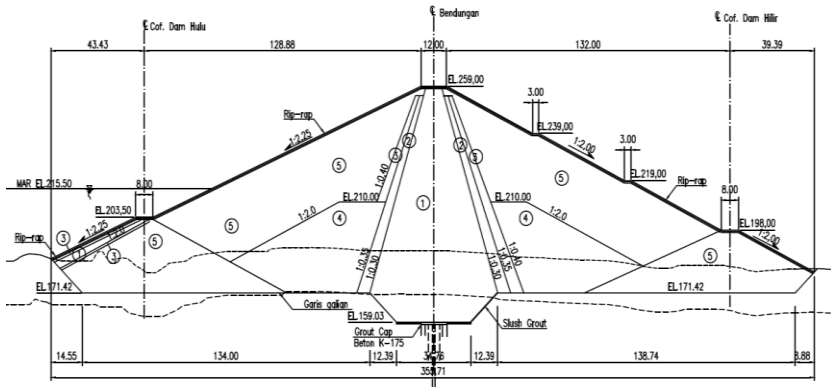
Untuk perhitungan STA 6 - 7 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 6} + \text{luas zona pada STA 7}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.7 Rekap volume pada STA 5 - STA 6

STA 6 – STA 7			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	3267.81	25	81695.25
2	661.04	25	16526
3	467.52	25	11688
4	3223.26	25	80581.59
5	6479.40	25	161985

(Sumber : perhitungan)

- STA 7 – STA 8



Gambar 5.10 Potongan melintang bendungan STA 8

Perhitungan :

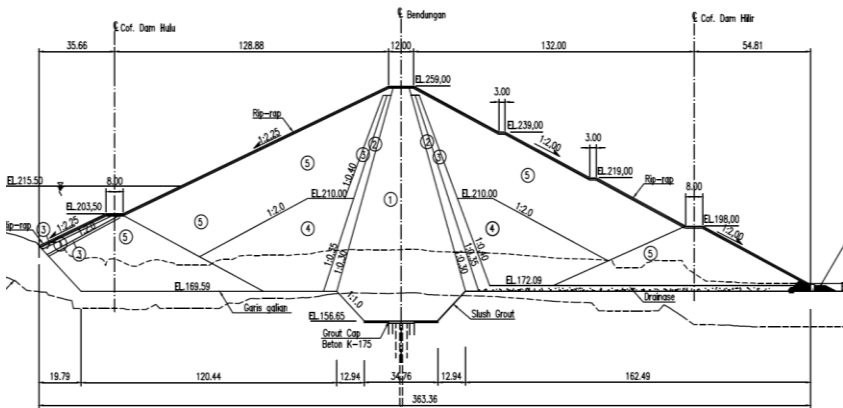
Untuk perhitungan STA 7 – STA 8 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 7} + \text{luas zona pada STA 8})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.8 Rekap volume pada STA 7 - STA 8

STA 7 – STA 8			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	3325.887	25	83147.17
2	670.1	25	16752.5
3	472.05	25	11801.25
4	3266.79	25	81669.85
5	6401.40	25	160035

(Sumber : perhitungan)

- STA 8 – STA 9



Gambar 5.11 Potongan melintang bendungan STA 9

Perhitungan :

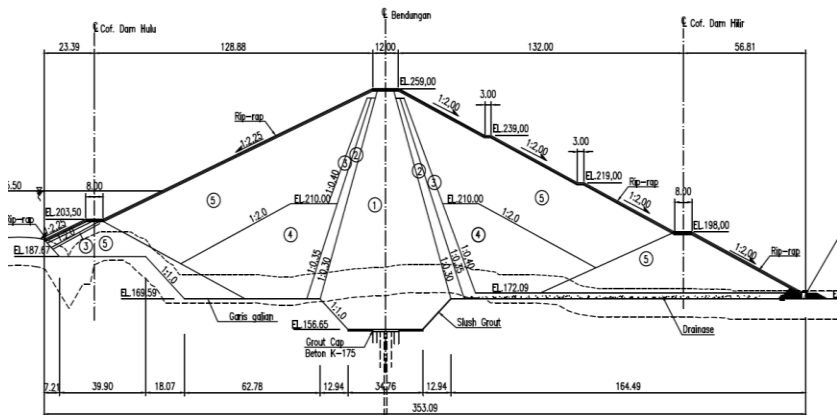
Untuk perhitungan STA 8 – STA 9 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 8} + \text{luas zona pada STA 9})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 5.9 Rekap volume pada STA 8 - STA 9

STA 8 – STA 9			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	3446.914	25	86172.84
2	692.6	25	17315
3	483.3	25	12082.5
4	3293.77	25	82344.31
5	6402.50	25	160062.5

(Sumber : perhitungan)

- STA 9 – STA 10



Gambar 5.12 Potongan melintang bendungan STA 10

Perhitungan :

Untuk perhitungan STA 9 – STA 10 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 9} + \text{luas zona pada STA 10})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

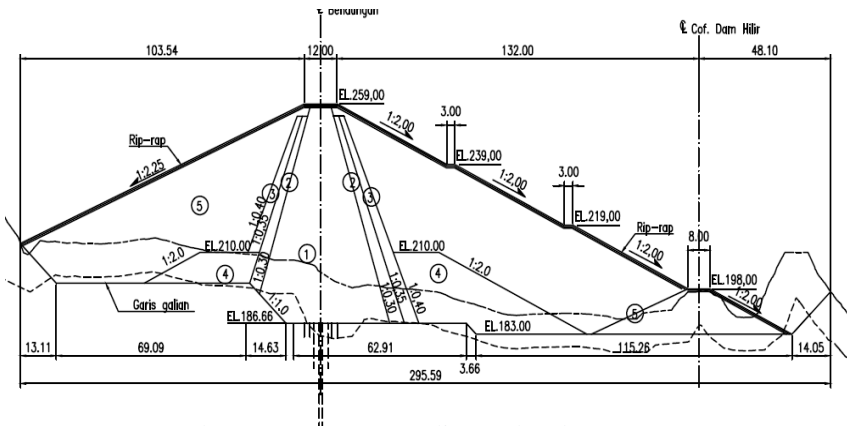
Tabel 5.10 Rekap volume pada STA 9 - STA 10

STA 9 – STA 10			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	3446.914	25	86172.84
2	730.72	25	18268
3	502.36	25	12559
4	3299.25	25	82481.25
5	6401.96	25	160048.9

(Sumber : perhitungan)

- STA 10 – STA 11

- STA 12 – STA 13



Gambar 5.15 Potongan melintang bendungan STA 13

Perhitungan :

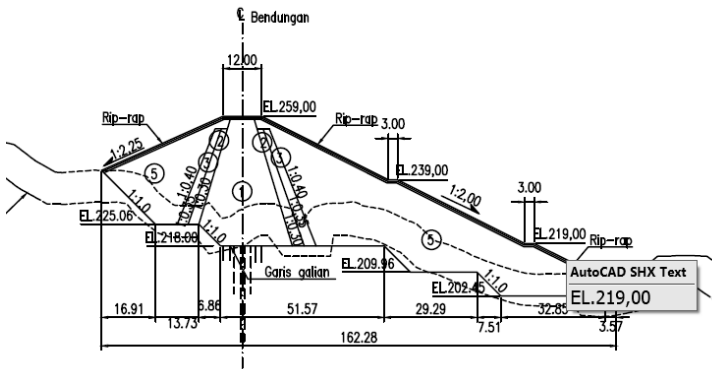
Untuk perhitungan STA 12 – STA 13 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 12} + \text{luas zona pada STA 13})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekapan sebagai berikut.

Tabel 5.13 Rekap volume pada STA 12 - STA 13

STA 12 – STA 13			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	1865.541	25	46638.53
2	438.16	25	10954
3	384.94	25	9623.5
4	1271.62	25	31790.58
5	5700.17	25	142504.3

(Sumber : perhitungan)

- STA 14 – STA 15



Gambar 5.17 Potongan melintang bendungan STA 15

Perhitungan :

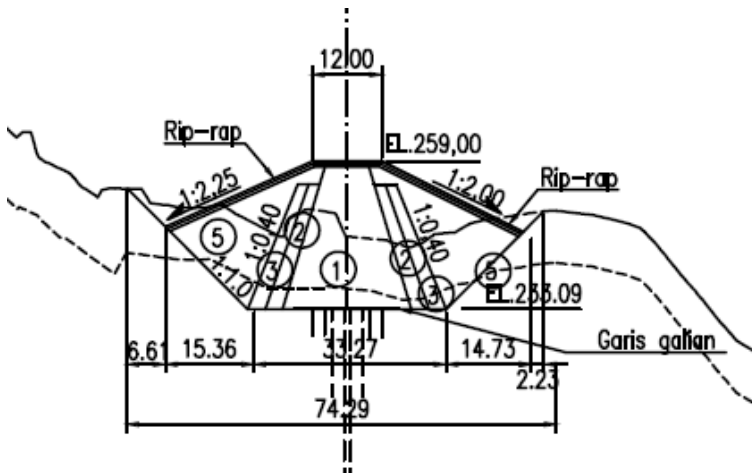
Untuk perhitungan STA 14 – STA 15 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 14} + \text{luas zona pada STA 15})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.15 Rekap volume pada STA 14 - STA 15

STA 14 – STA 15			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	696.898	25	17422.45
2	184.4	25	4610
3	184.4	25	4610
5	2502	25	62561.1

(Sumber : perhitungan)

- STA 15 – STA 16



Gambar 5.18 Potongan melintang bendungan STA 16

Perhitungan :

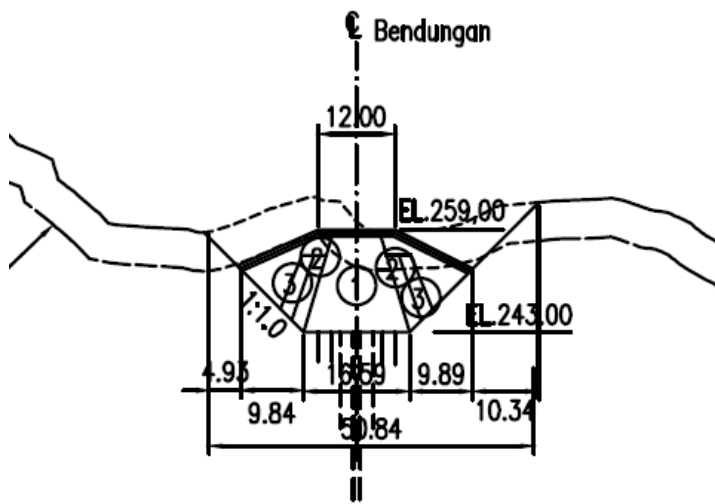
Untuk perhitungan STA 15 – STA 16 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 15} + \text{luas zona pada STA 16}) / 2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.16 Rekap volume pada STA 15 - STA 16

STA 15 – STA 16			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	368.973	25	9224.324
2	106.2	25	2655
3	106.2	25	2655
5	454	25	11338.03

(Sumber : perhitungan)

- STA 16 – STA 17



Gambar 5.19 Potongan melintang bendungan STA 17

Perhitungan :
Untuk perhitungan STA 16 – STA 17 digunakan rumus $((\text{luas zona pada STA 16} + \text{luas zona pada STA 17})/2 \times \text{jarak STA})$. Luas tersebut diperoleh dari luas pada gambar CAD. Kemudian dihitung setiap STA yang ada pada bendungan dengan rekap sebagai berikut.

Tabel 5.17 Rekap volume pada STA 16 - STA 17

STA 16 – STA 17			
Zona	Luas (m ²)	Jarak (m)	Volume (m ³)
1	181.7538	25	4543.844
2	48.52	25	1213
3	39.8	25	995
5	286	25	7148.15

(Sumber : perhitungan)

- Zona 1

Tabel 5.18 Rekap volume timbunan zona 1

Volume (zona 1)	EL. Awal 156.65	EL. Akhir 259	
STA	Luas	Panjang	Volume
1	162.3483	25	4058.708
2	492.1287	25	12303.22
3	1065.883	25	26647.08
4	1783.622	25	44590.55
5	2748.603	25	68715.08
6	3206.694	25	80167.36
7	3267.81	25	81695.25
8	3325.887	25	83147.17
9	3446.914	25	86172.84
10	3446.914	25	86172.84
11	3234.122	25	80853.04
12	2403.341	25	60083.53
13	1865.541	25	46638.53
14	1303.812	25	32595.29
15	696.898	25	17422.45
16	368.973	25	9224.324
17	181.7538	25	4543.844
Total Volume =			825031.1

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 1 adalah **825.031,07 m³**.

- Zona 2

Tabel 5.19 Rekap volume timbunan zona 2

Volume (zona 2)	El. Awal 156.65	El. Akhir 259	
STA	Luas	Panjang	Volume
1	47.6	25	1190
2	123.82	25	3095.5
3	255.82	25	6395.5
4	405.16	25	10129
5	513.83	25	12845.75
6	554.35	25	13858.75
7	661.04	25	16526
8	670.1	25	16752.5
9	692.6	25	17315
10	730.72	25	18268
11	654.88	25	16372
12	560.1	25	14002.5
13	438.16	25	10954
14	345.98	25	8649.5
15	184.4	25	4610
16	106.2	25	2655
17	48.52	25	1213
Total Volume =			174832

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 2 adalah **174.832 m³**.

- Zona 3

Tabel 5.20 Rekap volume timbunan zona 3

Volume (zona 3)	El. Awal 156.65	El. Akhir 259	
STA	Luas	Panjang	Volume
1	47.6	25	1190
2	123.82	25	3095.5
3	255.82	25	6395.5
4	354.25	25	8856.25
5	394.65	25	9866.25
6	414.12	25	10353
7	467.52	25	11688
8	472.05	25	11801.25
9	483.3	25	12082.5
10	502.36	25	12559
11	464.44	25	11611
12	450.92	25	11273
13	384.94	25	9623.5
14	339.62	25	8490.5
15	184.4	25	4610
16	106.2	25	2655
17	39.8	25	995
Total Volume =			137145.3

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 3 adalah **137.145,25 m³**.

- Zona 4

Tabel 5.21 Rekap volume timbunan zona 4

Volume (zona 4)	El. Awal 156.65	El. Akhir 259	
STA	Luas	Panjang	Volume
1	0	25	0
2	0	25	0
3	0	25	0
4	1311.09	25	32777.25
5	2078.17	25	51954.19
6	2401.48	25	60036.88
7	3223.26	25	80581.59
8	3266.79	25	81669.85
9	3293.77	25	82344.31
10	3299.25	25	82481.25
11	3074.02	25	76850.5
12	2357.70	25	58942.44
13	1271.62	25	31790.58
14	472.00	25	11799.93
15	0	25	0
16	0	25	0
17	0	25	0
Total Volume =			651228.8

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 4 adalah **651.228,8 m³**.

- Zona 5

Tabel 5.22 Rekap volume timbunan zona 5

Volume (zona 5)	El. Awal 156.65	El. Akhir 259	
STA	Luas	Panjang	Volume
1	195.07	25	4876.75
2	1619.01	25	40475.25
3	4805.91	25	120147.8
4	6098.95	25	152473.7
5	6407.39	25	160184.8
6	6443.29	25	161082.2
7	6479.40	25	161985
8	6401.40	25	160035
9	6402.50	25	160062.5
10	6401.96	25	160048.9
11	6426.29	25	160657.3
12	6361.12	25	159028.1
13	5700.17	25	142504.3
14	3487.34	25	87183.38
15	2502	25	62561.1
16	454	25	11338.03
17	286	25	7148.15
Total Volume =			1937611

(Sumber : perhitungan)

Total volume timbunan pada zona 5 adalah **1.937.610,62 m³**.

Rekap volume seluruh zona adalah sebagai berikut :

Tabel 5.23 Rekap volume seluruh zona

Zona	Volume	Satuan
<i>Imprevious Core</i> (zona 1)	825.031,07	m ³
Filter Halus (zona 2)	174.832	m ³
Filter Kasar (zona 3)	137.145,25	m ³
Random Tanah (zona 4)	651.228,8	m ³
Batu (zona 5)	1.937.610,62	m ³
Rip-Rap	53627.49	m ³

5.2 Analisa Produktivitas Alat Berat dan Bahan

Analisa produktivitas alat berat bertujuan untuk mengetahui produktivitas alat berat yang digunakan dalam kurun waktu per-harinya dan juga mengetahui bagaimana cara mensistematisasikan kinerja alat berat di lapangan agar pekerjaan yang dilaksanakan dapat berjalan sesuai waktu dan biaya yang telah di anggarkan.

5.2.1 Analisa Produktivitas Alat Berat

Perhitungan pada pekerjaan zona 1, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Komatsu PC200
- Kapasitas Bucket (q) = 0.7 m^3
- Koefisien Bucket (Fb) = 1.2 (**Tabel 5.11**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv) = 1.1 (**Tabel 5.13**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Waktu gali (T1) = 12 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = $T1 + T2 + T3$
= 29 detik =
0.483 menit

- Produksi Per jam (Q)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{q \times Fb \times Fa \times 60}{TS \times Fv} \\
 &= \frac{0.7 \times 1.2 \times 0.83 \times 60}{0.483 \times 1.1} = 78.681 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.24 Koefisien *bucket* (Fb)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 — 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 — 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 — 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 — 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.25 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.26 Faktor koefisien alat (Fa)

Kondisi operasi	Koefisien kerja
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak Kurang	0,67
Kurang	0,58

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Hino FM 260 JD
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³

- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 0.9
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Jarak Angkut (D) = 400 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit

- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{V_h}$
 $= \frac{400}{408} = 0.98 \text{ menit}$
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{V_r}$
 $= \frac{400}{466} = 0.86 \text{ menit}$
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{V_p}$
 $= \frac{400}{83} = 4.82 \text{ menit}$
- Waktu Siklus (TS)
 $= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3$
 $= 4.4 + 1.7 + 0.98 + 0.86 + 4.82 = 12.758 \text{ menit}$
- Produksi Per jam (Q)
 $= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$
 $= \frac{10 \times 0.9 \times 0.9 \times 0.83 \times 60}{12.758} = 28.571 \text{ m}^3/\text{jam}$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Komatsu D53A 16
- Kapasitas Blade (q) = 2.84 m^3
- Jarak Gusur (DL) = 70 m
- Kecepatan Maju (F) = 3000 m/jam
- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.13**)
- Fixed Time (FT) = 0.1 menit

$$\begin{aligned}
 & - \text{Cycle Time (CT)} \\
 & \quad = \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT \\
 & \quad = \frac{60 \times 70}{3000} + \frac{60 \times 70}{7500} + 0.1 = 2.06 \text{ menit} \\
 & - \text{Produksi Per jam (Q)} \\
 & \quad = \frac{q \times 60 \times Fa}{CT} \\
 & \quad = \frac{2.84 \times 60 \times Fa}{2.06} = 68.656 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Sheepfoot Roller

Data data yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 & - \text{Jenis Alat} & = \text{Caterpillar CP54B} \\
 & - \text{Lebar efektif pemadatan (B)} & = 1.5 \text{ m} \\
 & - \text{Kecepatan Kerja (V)} & = 2000 \text{ m/jam} \\
 & - \text{Faktor Effisiensi Alat (Fa)} & = 0.83 \text{ (Tabel 5.13)} \\
 & - \text{Jumlah Pemadatan (N)} & = 8 \\
 & - \text{Luas Pemadatan (A)} & = \frac{V \times B \times Fa}{N} \\
 & & = \frac{2000 \times 1.5 \times 0.83}{8} \\
 & & = 311.25 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 & - \text{Kedalaman Pemadatan (D)} & = 0.2 \text{ m} \\
 & - \text{Koef. konversi volume tanah (f)} & = 1 \\
 & - \text{Produksi Per jam (Q)} & = A \times D \times f \\
 & & = 311.25 \times 0.2 \times 1 \\
 & & = 62.25 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan zona 2, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 & - \text{Jenis alat} & = \text{Komatsu PC200} \\
 & - \text{Kapasitas Bucket (q)} & = 0.7 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Koefisien Bucket (Fb)} & = 1.1 \text{ (Tabel 5.14)} \\
 & - \text{Faktor Konversi Kedalaman (Fv)} & = 1 \text{ (Tabel 5.15)} \\
 & - \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} & = 0.83 \text{ (Tabel 5.12)}
 \end{aligned}$$

- Waktu gali (T1) = 12 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3
= 29 detik
= 0.483 menit
- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{TS \times F_v}$$

$$= \frac{0.7 \times 1.1 \times 0.83 \times 60}{0.483 \times 1} = 79.337 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 5.27 Koefisien *bucket* (Fb)

Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 — 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 — 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 — 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 — 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.28 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Hino FM 260 JD
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9

- Koef. konversi volume tanah (f) = 1.15
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Jarak Angkut (D) = 300 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
 $= \frac{300}{408} = 0.74$ menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
 $= \frac{300}{466} = 0.64$ menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp}$
 $= \frac{300}{83} = 3.61$ menit
- Waktu Siklus (TS)
 $= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3$
 $= 4.4 + 1.7 + 0.74 + 0.64 + 3.61 = 11.093$ menit
- Produksi Per jam (Q)
 $= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$
 $= \frac{10 \times 0.9 \times 1.15 \times 0.83 \times 60}{11.093} = 41.984 \text{ m}^3/\text{jam}$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Komatsu D53A 16
- Kapasitas Blade (q) = 2.6 m^3
- Jarak Gusur (DL) = 70 m
- Kecepatan Maju (F) = 3000 m/jam
- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Fixed Time (FT) = 0.1 menit
- Cycle Time (CT)

$$= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$$

$$= \frac{60 \times 70}{3000} + \frac{60 \times 70}{7500} + 0.1 = 2.06 \text{ menit}$$

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$$

$$= \frac{2.84 \times 60 \times Fa}{2.06} = 62.854 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Vibrator Roller

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Caterpillar CP54B
- Lebar efektif pemadatan (B) = 1.5 m
- Kecepatan Kerja (V) = 2000 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83
- Jumlah Pemadatan (N) = 6
- Luas Pemadatan (A) = $\frac{V \times B \times Fa}{N}$
- = $\frac{2000 \times 3.2 \times 0.83}{6}$
- = 311.25 m²/jam
- Kedalaman Pemadatan (D) = 0.2 m
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1
- Produksi Per jam (Q) = A x D x f
- = 311.25 x 0.2 x 1
- = 62.25 m³/jam

Perhitungan pada pekerjaan zona 3, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Komatsu PC200
- Kapasitas Bucket (q) = 0.7 m³
- Koefisien Bucket (Fb) = 1.1 (**Tabel 5.16**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv) = 1 (**Tabel 5.17**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Waktu gali (T1) = 12 detik

- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3
= 29 detik = 0.483 menit

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{TS \times F_v}$$

$$= \frac{0.7 \times 1.1 \times 0.83 \times 60}{0.483 \times 1} = 79.337 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 5.29 Koefisien *bucket* (Fb)

Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 — 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 – 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.30 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Hino FM 260 JD
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1.15

- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Jarak Angkut (D) = 300 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
 $= \frac{300}{408} = 0.74$ menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
 $= \frac{300}{466} = 0.64$ menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp}$
 $= \frac{300}{83} = 3.61$ menit
- Waktu Siklus (TS)
 $= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3$
 $= 4.4 + 1.7 + 0.74 + 0.64 + 3.61 = 11.093$ menit
- Produksi Per jam (Q)
 $= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$
 $= \frac{10 \times 0.9 \times 1.15 \times 0.83 \times 60}{11.093} = 93.271 \text{ m}^3/\text{jam}$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Komatsu D53A 16
- Kapasitas Blade (q) = 2.6 m³
- Jarak Gusur (DL) = 70 m
- Kecepatan Maju (F) = 3000 m/jam
- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam
- Faktor Efisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Fixed Time (FT) = 0.1 menit
- Cycle Time (CT)
 $= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$
 $= \frac{60 \times 70}{3000} + \frac{60 \times 70}{7500} + 0.1 = 2.06$ menit

$$\begin{aligned}
 & - \text{Produksi Per jam (Q)} \\
 & = \frac{q \times 60 \times Fa}{CT} \\
 & = \frac{2.84 \times 60 \times Fa}{2.06} = 62.854 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Vibrator Roller

Data data yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 & - \text{Jenis Alat} & = \text{Caterpillar CP54B} \\
 & - \text{Lebar efektif pemadatan (B)} & = 1.5 \text{ m} \\
 & - \text{Kecepatan Kerja (V)} & = 2000 \text{ m/jam} \\
 & - \text{Faktor Effisiensi Alat (Fa)} & = 0.83 \\
 & - \text{Jumlah Pemadatan (N)} & = 6 \\
 & - \text{Luas Pemadatan (A)} & = \frac{V \times B \times Fa}{N} \\
 & & = \frac{2000 \times 3.2 \times 0.83}{6} \\
 & & = 311.25 \text{ m}^2/\text{jam} \\
 & - \text{Kedalaman Pemadatan (D)} & = 0.2 \text{ m} \\
 & - \text{Koef. konversi volume tanah (f)} & = 1 \\
 & - \text{Produksi Per jam (Q)} & = A \times D \times f \\
 & & = 311.25 \times 0.2 \times 1 \\
 & & = 62.25 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan pada pekerjaan zona 3, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

$$\begin{aligned}
 & - \text{Jenis alat} & = \text{Komatsu PC200} \\
 & - \text{Kapasitas Bucket (q)} & = 0.7 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Koefisien Bucket (Fb)} & = 0.9 \text{ (Tabel 5.18)} \\
 & - \text{Faktor Konversi Kedalaman (Fv)} & = 1.3 \text{ (Tabel 5.19)} \\
 & - \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} & = 0.83 \text{ (Tabel 5.12)} \\
 & - \text{Waktu gali (T1)} & = 12 \text{ detik} \\
 & - \text{Waktu swing (T2)} & = 10 \text{ detik} \\
 & - \text{Waktu buang (T3)} & = 7 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Waktu Siklus (TS)} &= T1 + T2 + T3 \\
 &= 29 \text{ detik} \\
 &= 0.483 \text{ menit} \\
 - \text{Produksi Per jam (Q)} &= \frac{q \times Fb \times Fa \times 60}{TS \times Fv} \\
 &= \frac{0.7 \times 0.9 \times 0.83 \times 60}{0.483 \times 1.3} = 49.932 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.31 Koefisien *bucket* (Fb)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 – 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 – 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.32 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Hino FM 260 JD
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 0.95
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 Tabel Xx

- Jarak Angkut (D) = 400 m
- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
 $= \frac{400}{408} = 0.98$ menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
 $= \frac{400}{466} = 0.86$ menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp}$
 $= \frac{400}{83} = 4.82$ menit
- Waktu Siklus (TS)
 $= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3$
 $= 4.4 + 1.7 + 0.98 + 0.86 + 4.82 = 12.758$ menit
- Produksi Per jam (Q)
 $= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$
 $= \frac{10 \times 0.9 \times 0.95 \times 0.83 \times 60}{12.758} = 33.374 \text{ m}^3/\text{jam}$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Komatsu D53A 16
- Kapasitas Blade (q) = 2.84 m³
- Jarak Gusur (DL) = 70 m
- Kecepatan Maju (F) = 3000 m/jam
- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 tabel XX
- Fixed Time (FT) = 0.1 menit
- Cycle Time (CT)
 $= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$
 $= \frac{60 \times 70}{3000} + \frac{60 \times 70}{7500} + 0.1 = 2.06$ menit
- Produksi Per jam (Q)

$$\begin{aligned}
 &= \frac{q \times 60 \times Fa}{CT} \\
 &= \frac{2.84 \times 60 \times Fa}{2.06} = 68.656 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Vibrator Roller

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Caterpillar CP54B
- Lebar efektif pemadatan (B) = 1.5 m
- Kecepatan Kerja (V) = 2000 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83
- Jumlah Pemadatan (N) = 6
- Luas Pemadatan (A) = $\frac{V \times B \times Fa}{N}$
 $= \frac{2000 \times 3.2 \times 0.83}{6}$
 $= 311.25 \text{ m}^2/\text{jam}$
- Kedalaman Pemadatan (D) = 0.4 m
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1
- Produksi Per jam (Q) = A x D x f
 $= 311.25 \times 0.4 \times 1$
 $= 124.5 \text{ m}^3/\text{jam}$

Perhitungan pada pekerjaan zona 5, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Komatsu PC200
- Kapasitas Bucket (q) = 0.7 m^3
- Koefisien Bucket (Fb) = 0.9 (**Tabel 5.20**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv) = 1.4 (**Tabel 5.21**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Waktu gali (T1) = 12 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3

$$= 29 \text{ detik}$$

$$= 0.483 \text{ menit}$$

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{\frac{TS \times F_v}{0.7 \times 0.9 \times 0.83 \times 60}} = 46.365 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 5.33 Koefisien *bucket* (F_b)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 — 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 — 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 — 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 — 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.34 Faktor konversi galian (F_v)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Hino FM 260 JD
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1.3
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Jarak Angkut (D) = 600 m

- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh}$
 $= \frac{600}{408} = 1.47$ menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr}$
 $= \frac{600}{466} = 1.29$ menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp}$
 $= \frac{600}{83} = 7.23$ menit
- Waktu Siklus (TS)
 $= 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3$
 $= 4.4 + 1.7 + 1.47 + 1.29 + 7.23 = 16.687$ menit
- Produksi Per jam (Q)
 $= \frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$
 $= \frac{10 \times 0.9 \times 1.3 \times 0.83 \times 60}{4.993} = 32.728 \text{ m}^3/\text{jam}$

3. Bulldozer

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Komatsu D53A 16
- Kapasitas Blade (q) = 2.84 m³
- Jarak Gusur (DL) = 70 m
- Kecepatan Maju (F) = 3000 m/jam
- Kecepatan Mundur (R) = 7500 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Fixed Time (FT) = 0.1 menit
- Cycle Time (CT)
 $= \frac{60 \times DL}{F} + \frac{60 \times DL}{R} + FT$
 $= \frac{60 \times 70}{3000} + \frac{60 \times 70}{7500} + 0.1 = 2.06$ menit
- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times 60 \times Fa}{CT}$$

$$= \frac{2.84 \times 60 \times Fa}{2.06} = 68.656 \text{ m}^3/\text{jam}$$

4. Vibrator Roller

Data data yang diketahui :

- Jenis Alat = Caterpillar CP54B
- Lebar efektif pemadatan (B) = 1.5 m
- Kecepatan Kerja (V) = 2000 m/jam
- Faktor Effisiensi Alat (Fa) = 0.83
- Jumlah Pemadatan (N) = 8
- Luas Pemadatan (A) = $\frac{V \times B \times Fa}{N}$
 $= \frac{2000 \times 3.2 \times 0.83}{8}$
 $= 311.25 \text{ m}^2/\text{jam}$
- Kedalaman Pemadatan (D) = 0.2 m
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1
- Produksi Per jam (Q) = A x D x f
 $= 311.25 \times 0.2 \times 1$
 $= 62.25 \text{ m}^3/\text{jam}$

Perhitungan pada pekerjaan zona rip-rap, dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Excavator

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Komatsu PC200
- Kapasitas Bucket (q) = 0.7 m³
- Koefisien Bucket (Fb) = 0.8 (**Tabel 5.22**)
- Faktor Konversi Kedalaman (Fv) = 1.4 (**Tabel 5.23**)
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Waktu gali (T1) = 12 detik
- Waktu swing (T2) = 10 detik
- Waktu buang (T3) = 7 detik
- Waktu Siklus (TS) = T1 + T2 + T3
 $= 29 \text{ detik} = 0.483 \text{ menit}$

- Produksi Per jam (Q)

$$= \frac{q \times F_b \times F_a \times 60}{TS \times F_v}$$

$$= \frac{0.7 \times 0.8 \times 0.83 \times 60}{0.483 \times 1.4} = 41.213 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Tabel 5.35 Koefisien *bucket* (Fb)

Kondisi operasi	Kondisi lapangan	Faktor bucket
Mudah	Tanah biasa, lempung,	1,1 — 1,2
	tanah lembut	
Sedang	Tanah biasa berpasir,	1,0 — 1,1
	kering	
Agak sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 — 0,9
sulit	Batu pecah hasil	0,9 — 0,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

Tabel 5.36 Faktor konversi galian (Fv)

Kondisi galian (kedalaman galian / kedalam galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpahkan (dumping)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
< 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1	1,3	1,6
>75 %	0,9	1,1	1,5	1,8

(sumber : Permen PU No.11/PRT/M/2013)

2. Dump Truck

Data data yang diketahui :

- Jenis alat = Hino FM 260 JD
- Kapasitas Angkut (q) = 10 m³
- Koefisien Muat (B) = 0.9
- Koef. konversi volume tanah (f) = 1.3
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83 (**Tabel 5.12**)
- Jarak Angkut (D) = 600 m

- Kecepatan Isi (Vh) = 408 m/menit
- Kecepatan Kosong (Vr) = 466 m/menit
- Kecepatan memuat (Vp) = 83 m/menit
- Waktu Tempuh isi (T1) = $\frac{D}{Vh} = \frac{600}{408} = 1.47$ menit
- Waktu Tempuh Kosong (T2) = $\frac{D}{Vr} = \frac{600}{466} = 1.29$ menit
- Waktu Tempuh muat (T3) = $\frac{D}{Vp} = \frac{600}{83} = 7.23$ menit
- Waktu Siklus (TS)
 - = 4.4 + 1.7 + T1 + T2 + T3
 - = 4.4 + 1.7 + 1.47 + 1.29 + 7.23 = 16.687 menit
- Produksi Per jam (Q)
 - = $\frac{q \times B \times f \times Fa \times 60}{TS}$
 - = $\frac{10 \times 0.9 \times 1.3 \times 0.83 \times 60}{4.993} = 32.728 \text{ m}^3/\text{jam}$

Tabel 5.37 Rekap produktivitas alat berat

Zona Pekerjaan	Produktivitas Alat Berat (m ³ /jam)				
	Excavator	Dump Truck	Bulldozer	Sheepfoot Roller	Vibrator Roller
Zona 1	78.681	28.570	68.656	62.250	-
Zona 2	79.337	41.984	62.854	-	62.250
Zona 3	79.337	41.984	62.854	-	56.250
Zona 4	49.932	33.374	68.656	-	124.500
Zona 5	46.366	32.728	68.656	-	62.250
Rip Rap	41.214	32.73	-	-	-

(sumber : Perhitungan sendiri)

5.2.1.1 Analisa Kebutuhan Alat Berat Tiap Zona

Dari perhitungan produktivitas alat, maka dapat dicari kebutuhan alat berat yang nantinya akan di gunakan pada pekerjaan tiap zona. Pada pekerjaan tiap zona dibatasi waktu yaitu :

- Zona 1 = 296 hari
- Zona 2 = 370 hari
- Zona 3 = 394 hari
- Zona 4 = 443 hari
- Zona 5 = 489 hari
- Rip rap = 523 hari

Dengan asumsi rincian hari kerja pertahun sebagai berikut :

Tabel 5.38 Rincian jumlah hari kerja

BULAN	HARI KERJA
Januari	26
Pebruari	23
Maret	25
April	24
Mei	24
Juni	21
Juli	27
Agustus	25
September	24
Oktober	27
Nopember	25
Desember	25
Total	296

Pada pekerjaan pembangunan tubuh bendungan atau main dam ini akan dikerjakan dengan perhitungan kebutuhan alat yang akan ditampilkan sebagai berikut:

1. Zona 1

a. *Excavator*

- Volume Zona 1 = 825031.07 m³
- Produktivitas (Q) = 78.681 m³/jam
- Produktivitas per hari = Q x 8 jam
= 78.681 x 8
= 629.45 m³/hari
- Waktu kerja = $\frac{825031.07}{629.45}$
= 1310.72 hari
- Waktu Pelaksanaan = 296 hari
- Jumlah alat = $\frac{1310.72}{296}$
= 4.42 ≈ 4 alat

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 & - \text{Volume Zona 1} &= 825031.07 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Produktivitas (Q)} &= 28.57 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 28.57 \times 8 \\
 & &= 228.56 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & - \text{Waktu kerja} &= \frac{825031.07}{228.56} \\
 & &= 3609.66 \text{ hari} \\
 & - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 296 \text{ hari} \\
 & - \text{Jumlah alat} &= \frac{3609.66}{296} \\
 & &= 12.19 \approx 12 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. Bulldozer

$$\begin{aligned}
 & - \text{Volume Zona 1} &= 825031.07 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Produktivitas (Q)} &= 68.66 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 68.66 \times 8 \\
 & &= 549.25 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & - \text{Waktu kerja} &= \frac{825031.07}{549.25} \\
 & &= 1502.1 \text{ hari} \\
 & - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 296 \text{ hari} \\
 & - \text{Jumlah alat} &= \frac{1502.1}{296} \\
 & &= 5.07 \approx 5 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. Sheepfoot Roller

$$\begin{aligned}
 & - \text{Volume Zona 1} &= 825031.07 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Produktivitas (Q)} &= 62.25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 62.25 \times 8 \\
 & &= 498 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & - \text{Waktu kerja} &= \frac{825031.07}{498} \\
 & &= 1656.69 \text{ hari} \\
 & - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 296 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{1656.69}{296} \\
 &= 5.6 \approx 6 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

2. Zona 2

a. Excavator

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 174832 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 79.336 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 79.336 \times 8 \\
 &= 634.92 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{174832}{634.92} \\
 &= 275.46 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 370 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{275.46}{370} \\
 &= 0.745 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 174832 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 41.98 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 41.98 \times 8 \\
 &= 335.87 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{174832}{335.87} \\
 &= 520.53 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 370 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{520.53}{370} \\
 &= 1.41 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. Bulldozer

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 174832 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 62.85 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 62.85 \times 8 \\
 &= 502.83 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{174832}{502.83} \\
 &= 347.69 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 370 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{347.69}{370} \\
 &= 0.939 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. Vibrator Roller

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 2} &= 174832 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 62.25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 62.25 \times 8 \\
 &= 498 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{174832}{498} \\
 &= 3451.07 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 370 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{351.07}{370} \\
 &= 0.948 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

3. Zona 3

a. Excavator

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 3} &= 137145.25 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 79.336 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 79.336 \times 8 \\
 &= 634.92 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{137145.25}{634.92} \\
 &= 216.08 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 394 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{216.08}{394} \\
 &= 0.548 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 3} &= 137145.25 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 41.98 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 41.98 \times 8 \\
 &= 335.87 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{137145.25}{335.87} \\
 &= 408.33 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 394 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{408.33}{394} \\
 &= 1.036 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. *Bulldozer*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 3} &= 137145.25 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 62.85 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 62.85 \times 8 \\
 &= 502.83 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{137145.25}{502.83} \\
 &= 272.74 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 394 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{272.74}{394} \\
 &= 0.692 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. *Vibrator Roller*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 3} &= 137145.25 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 56.25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 56.25 \times 8 \\
 &= 450 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{137145.2}{450} \\
 &= 304.77 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 394 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{304.77}{394} \\
 &= 0.773 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

4. Zona 4

a. *Excavator*

- Volume Zona 4 $= 651228.75 \text{ m}^3$
- Produktivitas (Q) $= 49.93 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produktivitas per hari $= Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 49.93 \times 8$
 $= 399.46 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu kerja $= \frac{651228.75}{399.46}$
 $= 1630.29 \text{ hari}$
- Waktu Pelaksanaan $= 443 \text{ hari}$
- Jumlah alat $= \frac{1630.29}{443}$
 $= 3.680 \approx 4 \text{ alat}$

b. *Dump Truck*

- Volume Zona 4 $= 651228.75 \text{ m}^3$
- Produktivitas (Q) $= 33.37 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produktivitas per hari $= Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 33.37 \times 8$
 $= 266.99 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu kerja $= \frac{651228.75}{266.99}$
 $= 2439.11 \text{ hari}$
- Waktu Pelaksanaan $= 443 \text{ hari}$
- Jumlah alat $= \frac{2439.11}{443}$
 $= 5.505 \approx 6 \text{ alat}$

c. *Bulldozer*

- Volume Zona 4 $= 651228.75 \text{ m}^3$
- Produktivitas (Q) $= 68.66 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produktivitas per hari $= Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 68.66 \times 8$
 $= 549.25 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu kerja $= \frac{651228.75}{549.25}$
 $= 1185.67 \text{ hari}$

$$\begin{aligned}
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 443 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{1185.67}{443} \\
 &= 2.676 \approx 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. Vibrator Roller

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 4} &= 651228.75 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 124.5 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 124.5 \times 8 \\
 &= 996 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{651228.75}{996} \\
 &= 653.84 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 443 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{653.84}{443} \\
 &= 0.954 \approx 1 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

5. Zona 5

a. Excavator

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 5} &= 1937610.62 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 46.36 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 46.36 \times 8 \\
 &= 370.92 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{1937610.62}{370.92} \\
 &= 5223.74 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat} &= \frac{5223.74}{489} \\
 &= 10.68 \approx 11 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 5} &= 1937610.62 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 32.73 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 32.73 \times 8 \\
 &= 261.83 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{ Waktu kerja} &= \frac{1937610.62}{261.83} \\
 &= 7400.39 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat} &= \frac{7400.39}{489} \\
 &= 15.33 \approx 15 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. *Bulldozer*

$$\begin{aligned}
 - \text{ Volume Zona 5} &= 1937610.62 \text{ m}^3 \\
 - \text{ Produktivitas (Q)} &= 68.66 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{ Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 68.66 \times 8 \\
 &= 549.25 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{ Waktu kerja} &= \frac{1937610.62}{549.25} \\
 &= 3527.74 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat} &= \frac{3527.74}{489} \\
 &= 7.214 \approx 7 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. *Vibrator Roller*

$$\begin{aligned}
 - \text{ Volume Zona 5} &= 1937610.62 \text{ m}^3 \\
 - \text{ Produktivitas (Q)} &= 62.25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{ Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 62.25 \times 8 \\
 &= 498 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{ Waktu kerja} &= \frac{1937610.62}{498} \\
 &= 3890.78 \text{ hari} \\
 - \text{ Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 - \text{ Jumlah alat} &= \frac{3890.78}{489} \\
 &= 5.679 \approx 6 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

6. Zona Rip-rap

a. Excavator

- Volume Zona rip rap = 53627.49 m^3
- Produktivitas (Q) = $41.21 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produktivitas per hari = $Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 41.21 \times 8$
 $= 329.71 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu kerja = $\frac{53627.49}{329.71}$
 $= 162.65 \text{ hari}$
- Waktu Pelaksanaan = 513 hari
- Jumlah alat = $\frac{162.65}{513}$
 $= 0.317 \approx 1 \text{ alat}$

b. Dump Truck

- Volume Zona rip rap = 53627.49 m^3
- Produktivitas (Q) = $32.73 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produktivitas per hari = $Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 32.73 \times 8$
 $= 261.83 \text{ m}^3/\text{hari}$
- Waktu kerja = $\frac{53627.49}{261.83}$
 $= 204.821 \text{ hari}$
- Waktu Pelaksanaan = 513 hari
- Jumlah alat = $\frac{204.821}{513}$
 $= 0.399 \approx 1 \text{ alat}$

Tabel 5.39 Rekap kebutuhan alat berat

Zona Pekerjaan	Volume m ³	Waktu Pelaksanaan hari	Jumlah Alat Berat				
			Excavator	Dump Truck	Bulldozer	Sheepfoot Roller	Vibrator Roller
Zona 1	825031.07	296	4	12	5	6	-
Zona 2	174832	370	1	1	1	-	1
Zona 3	137145.25	394	1	1	1	-	1
Zona 4	651228.75	443	4	6	3	-	1
Zona 5	1937610.62	489	11	15	7	-	6
Rip Rap	53627.49	513	1	1	-	-	-

(sumber : Perhitungan sendiri)

5.2.1.2 Pengaturan Alat Tiap Zona

a. Zona 5

Pada pekerjaan timbunan zona 5 alat disebar ke 2 bagian, yaitu hulu dan hilir As bendungan, maka perlu diperhitungkan kebutuhan alat yang dibutuhkan pada kedua bagian tersebut.

a. Excavator (Bagian Hulu)

- Volume Zona 5 (Hulu) = 870742.87 m³
- Produktivitas (Q) = 46.36 m³/jam
- Produktivitas per hari = Q x 8 jam
= 46.36 x 8
= 370.92 m³/hari
- Waktu kerja = $\frac{870742.87}{370.92}$
= 2347.496 hari
- Waktu Pelaksanaan = 489 hari
- Jumlah alat (Hulu) = $\frac{2347.496}{489}$
= 4.805 ≈ 5 alat
- Jumlah alat (Hilir) = 11 - 5
= 6 alat

b. Dump Truck

- Volume Zona 5 (Hulu) = 870742.87 m³
- Produktivitas (Q) = 32.73 m³/jam

$$\begin{aligned}
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 32.73 \times 8 \\
 &= 261.83 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{870742.87}{261.83} \\
 &= 3325.663 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat (Hulu)} &= \frac{3325.663}{489} \\
 &= 6.80 \approx 7 \text{ alat} \\
 - \text{Jumlah alat (Hilir)} &= 15 - 7 \\
 &= 8 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

c. *Bulldozer*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 5 (Hulu)} &= 870742.87 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 68.66 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 68.66 \times 8 \\
 &= 549.25 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{870742.87}{549.25} \\
 &= 1585.329 \text{ hari} \\
 - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 - \text{Jumlah alat (Hulu)} &= \frac{1585.329}{489} \\
 &= 3.242 \approx 3 \text{ alat} \\
 - \text{Jumlah alat (Hilir)} &= 7 - 3 \\
 &= 4 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

d. *Vibrator Roller*

$$\begin{aligned}
 - \text{Volume Zona 5 (Hulu)} &= 870742.87 \text{ m}^3 \\
 - \text{Produktivitas (Q)} &= 62.25 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 &= 62.25 \times 8 \\
 &= 498 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 - \text{Waktu kerja} &= \frac{870742.87}{498} \\
 &= 1748.48 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 489 \text{ hari} \\
 & - \text{Jumlah alat (Hulu)} &= \frac{1748.48}{489} \\
 & &= 2.552 \approx 3 \\
 & - \text{Jumlah alat (Hilir)} &= 6 - 3 \\
 & &= 3 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

Tabel 5.40 Penempatan alat pada zona 5

Zona 5						
Jenis Alat	Volume (m ³ /jam)			Jumlah alat		
	Total	Hulu	Hilir	Total	Hulu	Hilir
Excavator	1937610.62	870742.9	1066868	11	5	6
Dump Truck	1937610.62	870742.9	1066868	15	7	8
Bulldozer	1937610.62	870742.9	1066868	7	3	4
Vibrator Roller	1937610.62	870742.9	1066868	6	3	3

(sumber : Perhitungan sendiri)

b. Zona 4

Pada pekerjaan timbunan zona 4 alat disebar ke 2 bagian, yaitu hulu dan hilir As bendungan, maka perlu diperhitungkan kebutuhan alat yang dibutuhkan pada kedua bagian tersebut.

a. Excavator (Bagian Hulu)

$$\begin{aligned}
 & - \text{Volume Zona 4 (Hulu)} &= 313140.8 \text{ m}^3 \\
 & - \text{Produktivitas (Q)} &= 49.93 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 & - \text{Produktivitas per hari} &= Q \times 8 \text{ jam} \\
 & &= 49.93 \times 8 \\
 & &= 399.46 \text{ m}^3/\text{hari} \\
 & - \text{Waktu kerja} &= \frac{313140.8}{399.46} \\
 & &= 783.911 \text{ hari} \\
 & - \text{Waktu Pelaksanaan} &= 443 \text{ hari} \\
 & - \text{Jumlah alat (Hulu)} &= \frac{783.911}{443} \\
 & &= 1.769 \approx 2 \text{ alat}
 \end{aligned}$$

- Jumlah alat (Hilir) $= 4 - 2$
 $= 2$ alat
- b. *Dump Truck*
 - Volume Zona 4 (Hulu) $= 313140.8 \text{ m}^3$
 - Produktivitas (Q) $= 33.37 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Produktivitas per hari $= Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 33.37 \times 8$
 $= 266.99 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Waktu kerja $= \frac{313140.8}{266.99}$
 $= 1172.84 \text{ hari}$
 - Waktu Pelaksanaan $= 443 \text{ hari}$
 - Jumlah alat (Hulu) $= \frac{1172.84}{443}$
 $= 2.647 \approx 3$ alat
 - Jumlah alat (Hilir) $= 6 - 3$
 $= 3$ alat
- c. *Bulldozer*
 - Volume Zona 4 (Hulu) $= 313140.8 \text{ m}^3$
 - Produktivitas (Q) $= 68.66 \text{ m}^3/\text{jam}$
 - Produktivitas per hari $= Q \times 8 \text{ jam}$
 $= 68.66 \times 8$
 $= 549.25 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Waktu kerja $= \frac{313140.8}{549.25}$
 $= 570.123 \text{ hari}$
 - Waktu Pelaksanaan $= 443 \text{ hari}$
 - Jumlah alat (Hulu) $= \frac{570.123}{443}$
 $= 1.286 \approx 1$ alat
 - Jumlah alat (Hilir) $= 3 - 1$
 $= 2$ alat

Tabel 5.41 Penempatan alat pada zona 4

Jenis Alat	Volume (m ³ /jam)			Jumlah alat		
	Total	Hulu	Hilir	Total	Hulu	Hilir
Excavator	651228.75	313140.8	1624470	4	2	2
Dump Truck	651228.75	313140.8	1624470	6	3	3
Bulldozer	651228.75	313140.8	1624470	3	1	2
Vibrator Roller	651228.75	313140.8	1624470	1	1	1

(sumber : Perhitungan sendiri)

Pada lokasi timbunan zona 5 disiapkan alat berat yang terdiri dari 11 *excavator*, 15 *dumb truck*, 7 *bulldozer*, dan 6 *vibro roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 11 *excavator* dibagi menjadi 2 untuk pengangkutan 7 alat *dumb truck* pada bagian hulu dan 8 alat *dumb truck* pada bagian hilir.
2. Pada bagian hulu 3 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 5 hulu, dan pada bagian hilir 4 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 5 hilir dengan muatan dari *quarry* yang kemudian diambil oleh *Bulldozer* yang ada pada lokasi penimbunan zona 5.
3. 3 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh 33 sepanjang luasan penimbunan zona 5 hulu, dan 4 *Bulldozer* menghamparkan tanah di sepanjang luasan penimbunan zona 5 hilir.
4. 3 *vibrator roller* kemudian memadatkan tanah yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer* pada bagian hulu dan hilir.
5. Setelah muatan pada 3 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 5 hulu diturunkan, *dumb truck* tersebut akan kembali ke *quarry* dan 4 alat *dumb truck* yang berada pada *quarry* akan menuju ke lokasi penimbunan zona 5. Begitu juga untuk bagian hilir 4 alat *dumb truck* kembali ke *quarry*, 4 alat *dumb truck*

berangkat ke lokasi penimbunan zona 5 hilir. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

Pada lokasi timbunan zona 4 disiapkan alat berat yang terdiri dari 4 *excavator*, 6 *dumb truck*, 3 *bulldozer*, dan 1 *vibro roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 4 *excavator* dibagi menjadi 2 untuk pengangkutan 3 alat *dump truck* pada bagian hulu dan 3 alat *dump truck* pada bagian hilir.
2. Pada bagian hulu 1 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 4 hulu, dan pada bagian hilir 2 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 4 hilir dengan muatan dari *quarry* yang kemudian diambil oleh *Bulldozer* yang ada pada lokasi penimbunan zona 4.
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 4 hulu, dan 2 *Bulldozer* menghamparkan tanah di sepanjang luasan penimbunan zona 4 hilir.
4. 1 *vibrator roller* kemudian memadatkan tanah yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer* pada bagian hulu dan hilir.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 4 hulu diturunkan, *dumb truck* tersebut akan kembali ke *quarry* dan 2 alat *dumb truck* yang berada pada *quarry* akan menuju ke lokasi penimbunan zona 4. Begitu juga untuk bagian hilir 2 alat *dumb truck* kembali ke *quarry*, 1 alat *dump truck* berangkat ke lokasi penimbunan zona 4 hilir. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

c. Zona 3

Pada lokasi timbunan zona 3 disiapkan alat berat yang terdiri dari 1 *excavator*, 1 *dumb truck*, 1 *bulldozer*, dan 1 *vibro roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 1 *excavator* sudah berada pada lokasi *stock pile*.
2. 1 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 3 dengan muatan dari *stock pile* yang kemudian diambil oleh *Bulldozer* yang ada pada lokasi penimbunan zona 3.
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 3.
4. 1 *vibrator roller* kemudian memadatkan pasir yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer*.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 3. *dumb truck* tersebut akan kembali ke *stock pile*, dan pada waktu yang bersamaan *excavator* mengurai material agar tidak menggumpal dan siap untuk digunakan untuk timbunan. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

d. Zona 2

Pada lokasi timbunan zona 2 disiapkan alat berat yang terdiri dari 1 *excavator*, 1 *dumb truck*, 1 *bulldozer*, dan 1 *vibro roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 1 *excavator* sudah berada pada lokasi *stock pile*.
2. 1 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 2 dengan muatan dari *stock pile* yang kemudian diambil oleh *Bulldozer* yang ada pada lokasi penimbunan zona 2.
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 2.

4. 1 *vibrator roller* kemudian memadatkan pasir yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer*.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 2. *dumb truck* tersebut akan kembali ke *stock pile*, dan pada waktu yang bersamaan *excavator* mengurai material agar tidak menggumpal dan siap untuk digunakan untuk timbunan. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

e. Zona 1

Pada lokasi timbunan zona 1 disiapkan alat berat yang terdiri dari 4 *excavator*, 12 *dumb truck*, 5 *bulldozer*, dan 6 *Sheepfoot roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 4 *excavator* sudah berada pada lokasi borrow area.
2. 6 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona 1 dengan muatan dari borrow area yang kemudian diambil oleh *Bulldozer* yang ada pada lokasi penimbunan zona 1.
3. 5 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona 1.
4. 6 *sheepfoot roller* kemudian memadatkan pasir yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer*.
6. Setelah muatan pada 6 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona 1 diturunkan, *dumb truck* tersebut akan kembali ke borrow area dan 6 alat *dumb truck* yang berada pada borrow area akan menuju ke lokasi penimbunan zona 1. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

f. Zona rip rap

Pada lokasi timbunan zona 2 disiapkan alat berat yang terdiri dari 1 *excavator*, 1 *dumb truck*, 1 *bulldozer*,

dan 1 *vibro roller*, dengan sistematis kinerja alat sebagai berikut:

1. 1 *excavator* sudah berada pada lokasi *quarry*.
2. 1 alat *dumb truck* berangkat menuju lokasi penimbunan zona *rip-rap* dengan muatan dari *quarry* yang kemudian diambil oleh *Bulldozer* yang ada pada lokasi penimbunan zona *rip-rap*.
3. 1 *bulldozer* kemudian menghamparkan tanah yang sudah diturunkan oleh *dumb truck* sepanjang luasan penimbunan zona *rip-rap*.
4. 1 *vibrator roller* kemudian memadatkan pasir yang sudah dihamparkan oleh *bulldozer*.
5. Setelah muatan pada 1 alat *dumb truck* yang berada pada lokasi penimbunan zona *rip-rap*, *dumb truck* tersebut akan kembali ke *quarry*, dan pada waktu yang bersamaan *excavator* mengurai material agar tidak menggumpal dan siap untuk digunakan untuk timbunan. Setelah itu siklus akan kembali ke langkah 1.

5.2.2 Analisa Bahan

5.2.2.1 Material Timbunan

Pada pekerjaan bendungan utama, material timbunan sebelum digunakan untuk menimbun dilakukan 2 pengujian : pengujian tim laborat dan *trial embankment*.

5.2.2.1.1 Pengujian laborat

Bahan timbunan dapat diangkut dari bahan galian dipilih dari penggalian atau *borrow pit* terdekat. Sebelum melakukan pengangkutan ke lokasi proyek, dilaksanakan pengujian material pada laboratorium tanah Bendungan Tugu. Hal ini bertujuan untuk menentukan :

1. Jenis dan jumlah peralatan yang digunakan.
2. Minimum jumlah lintasan untuk pemadatan.
3. Ketebalan lapisan sebelum dan sesudah pemadatan.

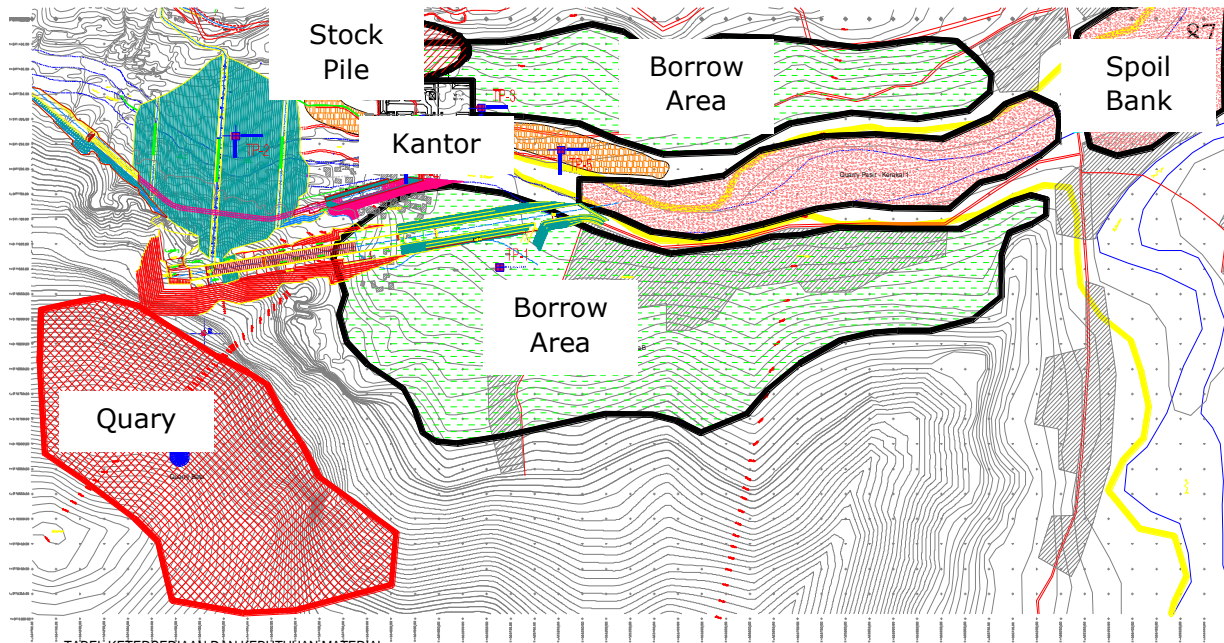
4. Pemeliharaan terhadap kelembapan material yang ada di *stock pile*.

Pengujian akan dilaksanakan kembali untuk setiap 50.000 m³ atau sekali sebulan atau pada setiap perubahan atau pindah *borrow area* atau setiap perubahan material yang dipilih dari penggalian.

- Timbunan Zona 1

Material timbunan zona 1 (*Impervious Core*) adalah tanah kedap air dari borrow area yang terletak di daerah hilir lokasi rencana as bendungan. Sebelum dibawa ke area proyek terlebih dahulu dilakukan pengujian.

Borrow area yang direncanakan terletak di downstream as bendungan sebelah kiri dan kanan sungai berjarak 400 m. Lokasi borrow area seperti tampak pada **gambar 5.12** lokasi sumber material.



TABEL KETERSEDIAAN DAN KEBUTUHAN MATERIAL

NO	JENIS MATERIAL	CADANGAN	KEBUTUHAN	LOKASI PENGAMBILAN
1	LEMPUNG	941.000,00	815.213,00	Borrow Area A = 678.000,00 Borrow Area B = 1.384.500,00 Galian Pondasi =
4	RANDOM TANAH	2.675.000,00	718.300,25	Galian Pelimpah dan Bendungan
5	RANDOM BATU	8.205.000,00	2.332.290,00	Quarry Batu
6	RIP-RAP	460.000,00	113.873,50	Quarry Batu dan River Deposit
2	FILTER HALUS	350.000,00	90.852,25	Ngujang - Tulungagung
3	FILTER KASAR	830.000,00	272.113,50	River Deposit 1, 2 = 423.800,00 Ngujang - Tulungagung

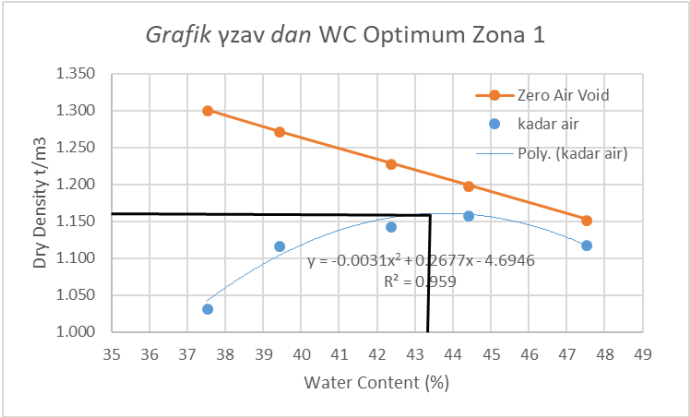
Gambar 5.20 Lokasi Material
(sumber : BBWS Brantas)

KETERANGAN

- B Material Lempung
- Q Material Random Batu
- Q-1 Material Pasir dan Kerakal
- Q-2 Material Pasir dan Kerakal

Tabel 5.42 Hasil tes lab *Density Determination* zona 1

			1	2	3	4	5
a	Berat sampel + cetakan	(gr)	5475.0	5597.0	5659.0	5699.0	5680.0
b	Berat cetakan + Alas	(gr)	4194.0	4194.0	4194.0	4194.0	4194.0
c	Volume cetakan	(cm3)	900.0	900.0	900.0	900.0	900.0
d	Berat Tanah basah (a-b)	(gr)	1281.0	1403.0	1465.0	1505.0	1486.0
e	Kepadatan Air (d/c)	(t/m3)	1.423	1.559	1.628	1.672	1.651
f	Water content (%)	(%)	37.650	39.390	42.160	44.160	47.470
g	Kepadatan Kering (100*e/f+100)	(t/m3)	1.034	1.118	1.145	1.160	1.120
h	Zero Air Void		1.302	1.273	1.230	1.200	1.154



Gambar 5.21 Grafik γ_{zav} dan *WC Optimum* zona 1

(*sumber : BBWS Brantas*)

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 1, didapatkan persamaan untuk mencari kadar air optimum (*WC Optimum*) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0031x^2 + 0.2677x - 4.6946$$

$$\text{Kadar Air Optimum } y' = 0$$

$$y' = -0.0062x + 0.2677$$

$$0 = -0.0062x + 0.2677$$

$$x = 0.2677 / 0.0062$$

$$x = 43.17 \%$$

kadar air optimum adalah = 43.76 %

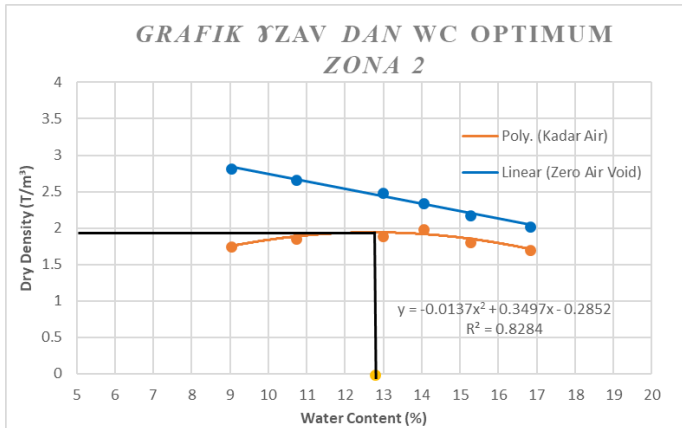
dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada berat volume kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum (OMC) = 43.17 % dan γ_d maksimum = 1.160 t/m³.

- Timbunan Zona 2 dan 3

Material zona 2 dan 3 adalah material zona transisi berupa material *Sand Gravel* (filter halus dan filter kasar) adalah pasir yang diperoleh dari daerah Ngujang Tulungagung, dasar sungai dan stone crusher. Kemudian disimpan pada di *Stock Pile* yang terdapat pada gambar 5.17

Tabel 5.43 Hasil tes lab *density determination* zona 2

DENSITY DETERMINATION				1	2	3	4	5	6
a	Weight of sample + mold		gr	71480	71890	72600	71770	71600	71480
b	Weight of mold		gr	34990	34990	34990	34990	34990	34990
c	Volume of Mold		cm/m ³	19020.2	17816.2	17521.0	16168.2	17425.5	18227.7
d	Weight of wet soil	(a-b)	gr	36490	36900	37610	36780	36610	36490
e	Wet density	(d/c)	T/m ³	1.918	2.071	2.147	2.275	2.101	2.002
f	Water content		%	9.005	10.698	12.963	14.027	15.247	16.807
g	Dry density	(100*e/f+100)	T/m ³	1.760	1.871	1.900	1.995	1.823	1.714
h	Zero Air Void	$\gamma_{zav} = G_s \cdot \gamma_w / (1 + (W_c \cdot G_s))$		2.823	2.674	2.497	2.356	2.189	2.034



Gambar 5.22 Grafik γ_{zav} dan WC Optimum zona 2

(sumber : BBWS Brantas)

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 2, didapatkan persamaan untuk mencari kadar air optimum (WC Optimum) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0137x^2 + 0.3497x - 0.2852$$

$$\text{Kadar Air Optimum } y' = 0$$

$$y' = -0.0274x + 0.3497$$

$$0 = -0.0274x + 0.3497$$

$$x = 0.3497 / 0.0274$$

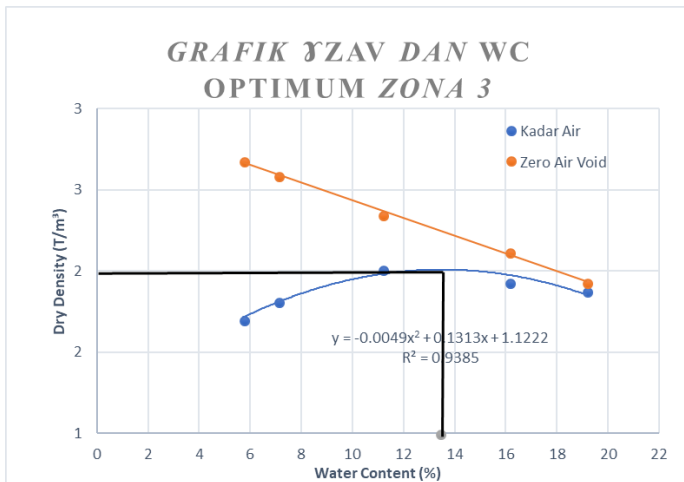
$$x = 12.76$$

kadar air optimum adalah = 12.76 %

dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada berat volume kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum (OMC) = 12.76 % dan γ_d maksimum = 1.950 t/m³.

Tabel 5.44 Hasil tes lab *density determination* zona 3

DENSITY DETERMINATION				1	2	3	4	5
a	Weight of sample + mold		gr	70280	70350	73060	75060	70060
b	Weight of mold		gr	35010	35010	35010	35010	35010
c	Volume of Mold		cm/m ³	19599.16	18180.82	17021.24	17850.67	15682.02
d	Weight of wet soil	(a-b)	gr	35270	35340	38050	40050	35050
e	Wet density	(d/c)	T/m ³	1.800	1.944	2.235	2.244	2.235
f	Water content		%	5.732	7.097	11.161	16.129	19.139
g	Dry density	(100*e/f+100)	T/m ³	1.702	1.815	2.011	1.932	1.876
h	Zero Air Void	$\gamma_{zav} = G_s \cdot \gamma_w / 1 + (W_c \cdot G_s)$		2.680	2.590	2.350	2.120	1.930

Gambar 5.23 Grafik γ_{zav} dan *WC Optimum* zona 2

(sumber : BBWS Brantas)

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 3, didapatkan persamaan untuk mencari kadar air optimum (*WC Optimum*) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0049x^2 + 0.1313x + 1.1222$$

Kadar Air Optimum $y' = 0$

$$y' = -0.0098x + 0.1313$$

$$0 = -0.0098x + 0.1313$$

$$x = 0.1313 / 0.0098$$

$$x = 13.39$$

kadar air optimum adalah = 13.39 %

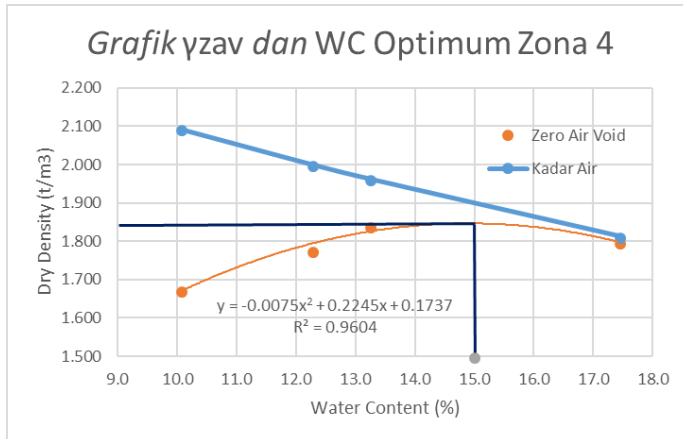
dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada berat volume kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum (OMC) = 13.39 % dan γ_d maksimum = 2.002 t/m³.

- Timbunan Zona 4

Material timbunan zona 4 (*Random Fill*) adalah tanah hasil galian terseleksi yang diambil dari galian *spillway*, bendungan dan conduit. Apabila masih kurang dapat diambil dari *quarry*. Material galian dan dari *quarry* tersebut ditempatkan di *stock pile* terpisah dengan material galian yang berupa bongkahan.

Tabel 5.45 Hasil tes lab *density determination* Zona 4

density determination			1	2	3	4
a	Berat sampel + cetakan	(gr)	72510.0	75575.0	77445.0	77960.0
b	Berat cetakan + Alas	(gr)	35200.0	35200.0	35200.0	35200.0
c	Volume cetakan	(cm3)	20263.0	20263.0	20263.0	20263.0
d	Berat Tanah basah (a-b)	(gr)	37310.0	40375.0	42245.0	42760.0
e	Kepadatan Air (d/c)	(t/m3)	1.841	1.993	2.085	2.110
f	Water content (%)	(%)	10.050	12.250	13.230	17.430
g	Kepadatan Kering (100*e/f+100)	(t/m3)	1.673	1.775	1.841	1.797
h	Zero Air Void		2.093	2.001	1.963	1.813



Gambar 5.24 Grafik γ_{av} dan WC Optimum zona 4

(sumber : BBWS Brantas)

Setelah mendapatkan hasil tes lab dan grafik material zona 4, didapatkan persamaan untuk mencari kadar air optimum (WC Optimum) dengan cara perhitungan.

Persamaan Grafik lengkung kepadatan tanah

$$y = -0.0075x^2 + 0.2245x - 0.1737$$

$$\text{Kadar Air Optimum } y' = 0$$

$$y' = -0.0150x + 0.2245$$

$$0 = -0.0150x + 0.2245$$

$$x = 0.2245 / 0.0150$$

$$x = 14.97$$

kadar air optimum adalah = 14.97 %

dari data dan grafik di atas, didapatkan data berupa nilai kadar air optimum (OMC) pada berat volume kering (γ_d) maksimum. Kadar air optimum (OMC) = 14.97 % dan γ_d maksimum = 1.853 t/m³.

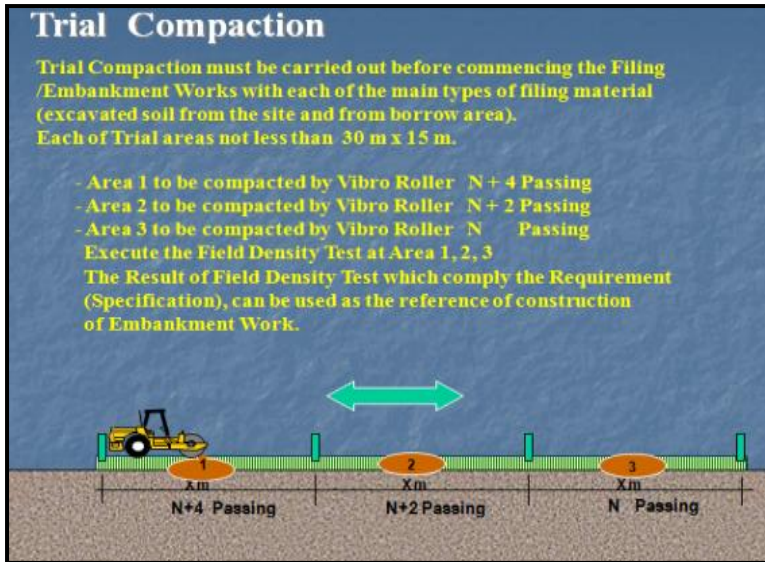
5.2.2.1.2 Trial Embankment

Sebelum penimbunan inti bendungan dimulai, perlu diadakan satu tes/percobaan penimbunan guna mengetahui apakah semua parameter yang ada serta tata cara pelaksanaan pekerjaan penimbunan sesuai dengan prasyarat tanah yang ditentukan.

Secara umum uji lapangan ini merupakan simulasi pekerjaan timbunan dengan tujuan :

1. Menguji kecocokan metode pengolahan material di *Borrow Area*
2. Menguji kecocokan metode pengolahan material di Borrow area.
3. Menguji Kecocokan metode penyimpanan material
4. Mengetahui pengaruh ketebalan lapisan, jumlah lintasan dan jenis alat.
5. Memperoleh parameter tanah timbunan ideal dan optimal terhadap material lokasi setempat seperti kadar air optimum (OMC/Optimum Moisture Content).
6. Lokasi tempat untuk trial embankment harus mendapat persetujuan Pengawas Pekerjaan.

Skematika *Trial Embankment* bisa dilihat dalam gambar di bawah ini.



Gambar 5.25 Skematik *trial embankment*
(sumber : Gambar sendiri)

Area *trial embankment* terbagi menjadi 3 area, yakni Area 1, Area 2 dan Area 3 yang masing area berbeda perlakuan pemadatannya. Untuk area 1 dipadatkan dengan *N passing*. Pada area 2 dipadatkan dengan *N + 2 passing*, sedangkan pada area 3 dipadatkan dengan *N + 4 passing*.

Alat yang digunakan ketika melaksanakan *trial embankment* antara lain :

Tabel 5.46 Alat berat yang digunakan

Nama Alat Berat	Kapasitas	Tujuan
Wheel Loader	5.4 m ³	Untuk Muat atau Loading
Dump Truck	10 ton	Untuk Hantar atau Hauling

Bulldozer	21 ton	Untuk Hampar atau Spreading
Self Propelled Static Roller	22,5 ton	Untuk Pemadatan/Compacting
Excavator PC 200		Mengambil tanah
Tangki Air	3.000 m ³	Persediaan air guna membasahi material
Peralatan Survey	-	Untuk mengukur elevasi
Peralatan Lab		Untuk uji parameter tanah

Pekerjaan timbunan dilaksanakan lapis demi lapis sesuai dengan hasil *trial embankment* dengan ketebalan yang disesuaikan. Dan kadar air sebelum dan selama pemadatan tetap dijaga, sama untuk material lainnya sedemikian rupa sehingga saat pemadatan dicapai kadar OMC.

- Timbunan Zona 1

Ada beberapa ketentuan dasar sebelum dan pada saat *trial embankment* dilakukan :

1. Meterial yang digunakan telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil lab.
2. Persiapan patok (*marking*) yang dibutuhkan sebagai acuan maupun batas lokasi pengujian.
3. Jumlah lintasan untuk trial ada 3 variasi 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.
4. Elevasi sebelum dan sesudah pemadatan tiap lapis harus dicatat.
5. Ketebalan penghamparan lapisan zona 1 tidak lebih dari 30 cm tiap lapis.
6. Untuk masing - masing variasi lintasan dilakukan tes (*sand cone*) sejumlah 2 titik.

7. Semua pekerjaan *trial embankment* harus dilaksanakan sesuai prosedur, namun juga harus berdasarkan kondisi lapangan.

Tabel 5.47 Hasil *trial embankment* zona 1

	Passing		6	6	8	8	10	10
a	Berat tanah dari lubang	(kg)	3549	3448	3645	3314	3665	3273
b	berat pasir sebelum dituang	(kg)	10121	10671	10076	10620	10054	10571
c	berat pasir sesudah dituang	(kg)	5565	6311	5565	6314	5540	6302
d	berat pasir yang digunakan (a-b)	(kg)	4556	4360	4511	4306	4514	4269
e	berat pasir dalam botol + corong	(kg)	1555	1482	1555	1482	1555	1482
f	berat pasir dalam lubang (d-e)	(kg)	3001	2878	2956	2824	2959	2787
g	kepadatan pasir	(t/m3)	1.370	1.370	1.370	1.370	1.370	1.370
h	volume lubang (f/g)	(ml)	2191	2101	2158	2061	2160	2034
i	Kepadatan cair (a/h)	(t/m3)	1.62	1.641	1.689	1.608	1.697	1.609
j	moistur content	(%)	44.93	44.93	44.93	39.86	41.84	41.84
k	kepadatan kering (100xl)/(J+100)	(t/m3)	1.118	1.133	1.166	1.15	1.196	1.134
l	kepadatan kering max lab.	(t/m3)	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162	1.162
m	kadar air optimum	(%)	43.75	43.75	43.75	43.75	43.75	43.75
n	derajat kepadatan(K/I) x 100	(%)	96.2	97.5	100.3	98.9	103	97.6
o	derajat kepadatan rata-rata	(%)	96.8		99.6		100.3	

Data di atas adalah hasil *trial embankment* pada material zona 1. Ada beberapa percobaan lintasan yang digunakan untuk *trial embankment* yaitu 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.

Berdasarkan buku spesifikasi teknis Bendungan Tugu yang berbunyi seperti ini : *Kepadatan kering timbunan (fill dry density) untuk pemadatan tidak boleh lebih kecil 95 (sembilan puluh lima) % dari kepadatan kering maksimum (maximum dry density) dan nilai rata-ratanya tidak boleh lebih kecil dari 98 (sembilan puluh delapan) %.*

Maka pemadatan yang dilakukan di lapangan sebanyak **8 kali**

- Timbunan Zona 2 dan 3

Ada beberapa ketentuan dasar sebelum dan pada saat *trial embankment* dilakukan :

1. Meterial yang digunakan telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil lab.
2. Persiapan patok (*marking*) yang dibutuhkan sebagai acuan maupun batas lokasi pengujian.
3. Jumlah lintasan untuk trial ada 2 variasi 4 lintasan, dan 2 lintasan.
4. Elevasi sebelum dan sesudah pemadatan tiap lapis harus dicatat.
5. Ketebalan penghamparan lapisan zona 1 tidak lebih dari 40 cm tiap lapis.
6. Untuk masing - masing variasi lintasan dilakukan tes (*sand cone*) sejumlah 2 titik.
7. Semua pekerjaan *trial embankment* harus dilaksanakan sesuai prosedur, namun juga harus berdasarkan kondisi lapangan.

Tabel 5.48 Hasil *trial embankment* zona 2

		Passing	4	4	4	2	2	2
a	Berat tanah dari lubang	kg	79275	91395	90140	87235	83575	84280
b	Berat tanah sebelum dituang ke ring	kg	19900	19825	19755	19645	15950	15825
c	Berat tanah sesudah dituang ke ring	kg	10825	11370	10760	10460	7980	6265
d	Berat tanah yang digunakan	(b-c) kg	9075	8455	8995	9185	7970	9560
e	Berat tanah sebelum dituang ke ring + lubang	kg	60545	59740	59525	58270	58105	57655
f	Berat tanah sesudah dituang ke ring + lubang	kg	14775	8910	8860	8840	10535	7435
g	Berat tanah didalam ring + lubang	(e-f) kg	45770	50830	50665	49430	47570	50220
h	Berat tanah didalam lubang	(g-d) kg	36695	42375	41670	40245	39600	40660
i	kepadatan tanah basah	(a/h) T/m ³	2.160	2.157	2.163	2.168	2.110	2.073
j	moisture content	%	8.11	7.6	7.2	11.01	9.07	9.29
k	kepadatan kering	$((100 \times i) / (j + 100))$ T/m ³	1.998	2.004	2.018	1.953	1.935	1.897
l	kepadatan kering max lab.	T/m ³	1.995	1.995	1.995	1.995	1.995	1.995
m	kepadatan kering min lab.	T/m ³	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76
n	derajat kepadatan	$((l(k-m))/(k(l-m))) \times 100$ %	101.2	103.5	108.5	83.7	76.8	61.1
o	rata rata	%	104.4			73.9		

Tabel 5.49 Hasil *trial embankment* zona 3

		Passing	4	4	4	2	2	2
a	Berat tanah dari lubang	kg	94800	90840	60405	83055	80985	68195
b	Berat tanah sebelum dituang ke ring	kg	55040	57930	58805	57585	21845	60665
c	Berat tanah sesudah dituang ke ring	kg	45025	49730	50450	47810	12085	51375
d	Berat tanah yang digunakan	(b-c)	kg	10015	8200	8355	9775	9760
e	Berat tanah sebelum dituang ke ring + lubang	kg	55040	57830	58610	57280	57080	60565
f	Berat tanah sesudah dituang ke ring + lubang	kg	1350	8880	21945	8130	8535	19310
g	Berat tanah didalam ring + lubang	(e-f)	kg	53690	48950	36665	49150	48545
h	Berat tanah didalam lubang	(g-d)	kg	43675	40750	28310	39375	38785
i	kepadatan tanah basah	(a/h)	T/m ³	2.171	2.229	2.134	2.109	2.088
j	moisture content	%	8.71	7.18	9	7.57	6.38	8.42
k	kepadatan kering	$((100 \times i) / (j + 100))$	T/m ³	1.997	2.080	1.958	1.961	1.963
l	kepadatan kering max lab.		T/m ³	2.011	2.011	2.011	2.011	2.011
m	kepadatan kering min lab.		T/m ³	1.702	1.702	1.702	1.702	1.702
n	derajat kepadatan	$((l(k-m))/(k(l-m))) \times 100$	%	96.0	118.2	85.0	85.9	86.5
o	rata rata	%		99.7			86.8	

Data di atas adalah hasil *trial embankment* pada material zona 2 dan zona 3. Ada beberapa percobaan lintasan yang digunakan untuk *trial embankment* yaitu 4 lintasan, dan 2 lintasan.

Berdasarkan buku spesifikasi teknis Bendungan Tugu yang berbunyi seperti ini : *Tiap lapis material untuk Zona 2 dan Zona 3 harus dipadatkan sampai kepadatan relative (relative density) paling sedikit 70 (tujuh puluh) % dan rata-rata 80 (delapan puluh) % dengan menggunakan alat pemadat getar (vibratory roller) dengan berat lebih dari 110 kN, hampir sama dengan 11 (sebelas) ton metric pada satuan gravitasi. Juga, kepadatan relative yang lebih kecil dari 75 (tujuh puluh lima) % harus tidak boleh lebih dari 20 (dua puluh) %.* Maka pemadatan yang dilakukan di lapangan sebanyak **2 kali** untuk **zona 2 (filter halus)** dan **2 kali** untuk **zona 3 (filter kasar)**

- Timbunan Zona 4

Ada beberapa ketentuan dasar sebelum dan pada saat pengujian dilakukan :

1. Meterial yang digunakan telah diperiksa dan disetujui sesuai hasil lab.
2. Persiapan patok (*marking*) yang dibutuhkan sebagai acuan maupun batas lokasi pengujian.
3. Jumlah lintasan untuk trial ada 3 variasi 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.
4. Elevasi sebelum dan sesudah pemadatan tiap lapis harus dicatat.
5. Ketebalan penghamparan lapisan zona 2 tidak lebih dari 40 cm tiap lapis.
6. Untuk masing - masing variasi lintasan dilakukan tes (*water replacment test*) sejumlah 2 titik.
7. Semua pekerjaan *trial embankment* harus dilaksanakan sesuai prosedur, namun juga harus berdasarkan kondisi lapangan.

Tabel 5.50 Hasil *trial embankment* zona 4

	Passing		6	6	8	8	10	10
a	berat air dari lubang	gr	95945.00	104160.00	85710.00	105040.00	120065.00	83145.00
b	volume lubang	ml	45690.00	48505.00	40360.00	49390.00	55285.00	38495.00
c	kepadatan basah	t/m ³	2.100	2.147	2.124	2.127	2.172	2.160
d	derajat kelembapan	%	15.98	19.48	15.98	14.32	14.17	13.62
e	kepadatan kering	t/m ³	1.811	1.797	1.831	1.860	1.902	1.901
f	kepadatan kering maksimal	t/m ³	1.847	1.847	1.847	1.847	1.847	1.847
g	nilai D	%	98.00	97.30	99.10	100.70	103.00	102.90
h	derajat kepadatan rata-rata	%	97.65		99.90		102.95	

Data di atas adalah hasil *trial embankment* pada material zona 4. Ada beberapa percobaan lintasan yang digunakan untuk *trial embankment* yaitu 6 lintasan, 8 lintasan, dan 10 lintasan.

Berdasarkan buku spesifikasi teknis Bendungan Tugu yang berbunyi seperti ini : *jumlah lintasan pemadatan sesuai dengan hasil trial embankment yang memiliki gama(γ) wet lapangan = 90% gama(γ) wet design.*

Maka digunakan **6 kali** lintasan pada pemadatan zona 4.

5.3 Analisa Waktu

- Zona 1

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan *Imprevius Core* (zona 1) :

$$\text{Volume Zona 1} = 825.031,07 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 78.681 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 78.681 \times 8 = 629.448 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 4 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 1}}{\frac{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}}{825.031,07}} \\ &= \frac{825.031,07}{629.448 \times 4} \\ &= 327.681 \approx 328 \text{ hari} \approx 11 \text{ bulan} \end{aligned}$$

- Zona 2

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan filter halus (zona 2) :

$$\text{Volume Zona 2} = 174832 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 79.336 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 79.336 \times 8 = 634.692 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 1 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 2}}{\frac{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}}{174832}} \\ &= \frac{174832}{634.692 \times 1} \\ &= 275.46 \approx 275 \text{ hari} \approx 9 \text{ bulan} \end{aligned}$$

- Zona 3

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan filter kasar (zona 3) :

$$\text{Volume Zona 3} = 137145.25 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 79.336 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 79.336 \times 8 = 634.692 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 1 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 3}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{137145.25}{634.692 \times 1} \\ &= 216.081 \approx 216 \text{ hari} \approx 7 \text{ bulan} \end{aligned}$$

- Zona 4

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan *random fill* (zona 4) :

$$\text{Volume Zona 4} = 651228.75 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 49.932 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 49.932 \times 8 = 399.457 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 4 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 4}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{651228.75}{399.457 \times 4} \\ &= 407.571 \approx 408 \text{ hari} \approx 14 \text{ bulan} \end{aligned}$$

- Zona 5

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan *rock fill* (zona 5) :

$$\text{Volume Zona 5} = 1937610.62 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 46.365 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 46.365 \times 8 = 370.924 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 11 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \frac{\text{Volume zona 5}}{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{1937610.62}{370.924 \times 11} \end{aligned}$$

$$= 474.886 \approx 475 \text{ hari} \approx 16 \text{ bulan}$$

• Zona 6

Berikut adalah analisis perhitungan kebutuhan waktu untuk menyelesaikan pekerjaan timbunan rip-rap (zona 6) :

$$\text{Volume Zona 6} = 53627.49 \text{ m}^3$$

$$\text{Produktivitas} = 41.214 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 41.214 \times 8 = 329.710 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah Alat} = 4 \text{ unit}$$

$$\text{Waktu} = \frac{\text{Volume zona 1}}{\frac{\text{Produktivitas Alat Berat} \times \text{Jumlah Alat}}{53627.49}}$$

$$= \frac{53627.49}{329.710 \times 1}$$

$$= 162.25 \approx 162 \text{ hari} \approx 5 \text{ bulan}$$

asumsi rincian hari kerja pertahun sebagai berikut :

Tabel 5.51 Rincian jumlah hari kerja

BULAN	HARI KERJA
Januari	26
Pebruari	23
Maret	25
April	24
Mei	24
Juni	21
Juli	27
Agustus	25
September	24
Oktober	27
Nopember	25
Desember	25
Total	296

Dari perhitungan hari kerja di atas, didapatkan jumlah hari kerja tiap zona untuk pekerjaan timbunan sebagai berikut.

- Zona 1 = 328 hari
- Zona 2 = 275 hari
- Zona 3 = 216 hari
- Zona 4 = 408 hari
- Zona 5 = 475 hari
- Rip rap = 162 hari

5.4 Cara Pelaksanaan

5.4.1 Timbunan zona 1 (Clay)

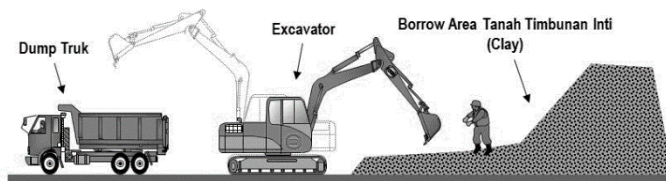
Zona inti kedap air (zona 1) untuk bendungan utama menggunakan material lempung kedap air atau *clay* yang didapat dari tempat pengambilan tanah (*Borrow Area*) seperti ditunjukkan pada gambar 5.17. volume pekerjaan diperkirakan 825.031,07 m³.

Kandungan lembab (*moisture content*) material zona 1 sebelum dan selama pemadatan harus dijaga disetiap lapis material. Kisaran yang diijinkan kandungan lembab untuk material yang akan dihampar adalah berdasarkan pertimbangan desain. Kandungan lembab material zona 1 harus, selama dan sesudah pemadatan, berada dalam kisaran minus 3% sampai positif 1% dari kandungan lembab tertinggi berdasarkan upaya pemadatan pengawasan standar (*Standart Proctor Compaction Effort*). Apabila kandungan lembab material masih dianggap kurang layak atau dibawah desain maka dapat ditambahkan air tidak lebih dari 3% dari berat material, penambahan dapat dilakukan dengan penyiraman. Namun apabila permukaan terlalu basah untuk pemadatan, maka harus dikeringkan atau dikerjakan dengan digaru sampai kandungan lembab sampai ke jumlah nilai yang diperlukan.

Distribusi gradasi material yang dihampar harus baik, sehingga tiap lapisan tersebut bisa terbebas dari lensa-lensa, kantong-kantong, atau lapisan-lapisan material lain yang mempunyai perbedaan besar dalam susunan, gradasi dan kelembapan material disekitarnya. Suatu batuan yang mempunyai ukuran lebih dari 10 cm harus

tidak boleh diikutsertakan sebagai material. Kantong-kantong karikil atau batuan yang ditemukan di sekitar zona 1, batas-batas zona timbunan, atau di tempat lain harus segera dibuang.

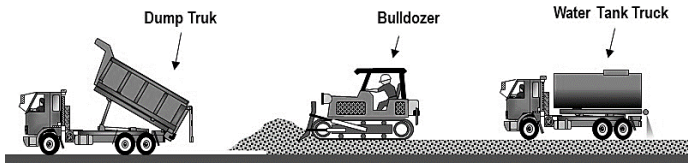
Pemadatan dilakukan dengan menghampar material setebal 30 cm per lapis. Lapisan ini harus diadatkan paling sedikit 95% dari kepadatan kering maksimum dengan menggunakan mesin pemadatan (*sheepfoot roller*) dengan kapasitas tidak lebih dari 110 kN. Pemadatan dilakukan dengan 8 kali lintasan. Ilustrasi pekerjaannya sebagai berikut :



Gambar 5.26 Ilustrasi pekerjaan pengambilan zona inti (kedap air)

(sumber : internet)

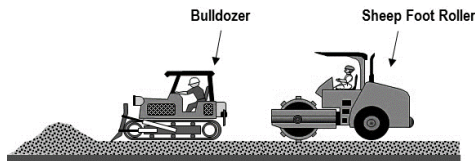
Penggalian timbunan zona inti dari borrow area digali dan diangkut menggunakan *excavator* ke atas *dump truck* yang selanjutnya dibawa ke lokasi penimbunan.



Gambar 5.27 ilustrasi pekerjaan penghamparan material timbunan zona 1

(sumber : internet)

Timbunan dihampar di lokasi dan diratakan dengan menggunakan *bulldozer* dengan tebal lapisan mendatar diusahakan tidak lebih 30 cm sebelum dipadatkan. Penyiraman dilakukan apabila kandungan air/kelembapan kurang dari kondisi desain.



Gambar 5.28 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material zona 1

(sumber : internet)

Pemadatan akan dilakukan dengan *sheepfoot roller* dengan jumlah lintasan 8 kali laluan yang berdasarkan hasil tes *trial embankment*. Pelaksanaan penimbunan dilaksanakan dari tumpuan kiri menuju tumpuan kanan dimana pelaksanaan penimbunan akan dilakukan dengan metode miring searah dengan as bendungan.

Pada bagian *contact clay*, bagian yang kontak langsung antara pondasi (batuan atau *concrete*) dengan material timbunan inti (*clay*) Pada kondisi permukaan pondasi yang luas dan rata

digunakan *contact clay* yang dinamakan *slurry clay* atau bubur lempung. Dimana proses pembuatan dan pekerjaannya adalah.

- Tanah lempung dari zona inti dicampur dengan air sampai menjadi bubur dan kemudian disiramkan diatas permukaan *capping concrete* area timbunan zona 1 inti.
- Selanjutnya di atas permukaan beton capping dan lapisan bubur lempung di hampar tanah lempung (zona inti) dengan menggunakan *wheel loader*.
- Selanjutnya setelah seluruh permukaan yang diencanakan sudah tertutupi material lempung, penghamparan berikutnya menggunakan *bulldozer* dengan ketebalan sesuai desian (penghamparan dilakukan dengan hati-hati dalam beroperasi meratakan material karena ketebalan lapisan pertama belum tebal).

Apabila lapisan teratas penimbunan zona 1 tertimpa hujan, maka diusahakan agar air hujan dapat mengalir keluar dari permukaan tersebut dengan menghilangkan cekungan-cekungan yang terdapat di permukaan lapisan dan membuat parit-parit sementara. Selanjutnya apabila hujan telah reda, supaya pada permukaan teratas lapisan penimbunan dibolak-balik, agar segera kering mencapai kadar air yang sesuai dengan rencana teknis (Sosrodarsono, 1977).

Kemudian sebagai kontrol timbunan di lokasi pekerjaan setelah pemadatan satu layer yakni 30 cm, dilakukan pengecekan dengan tujuan adalah membandingkan dengan angka-angka standart yang telah ditetapkan berdasarkan hasil lab.

Pengujian dilakukan dengan metode *sand cone*, hal itu berdasarkan peraturan (ASTM, 2008).

5.4.2 Timbunan zona II (Filter Halus) dan zona III (Filter Kasar)

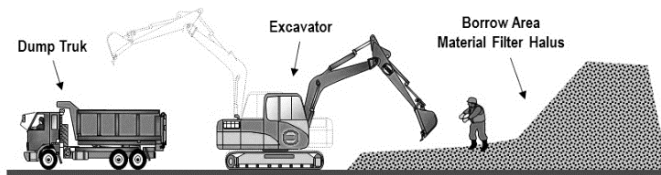
Zona zona II (Filter Halus) dan zona III (Filter Kasar) untuk bendungan utama menggunakan material pasir yang didapat dari tempat pengambilan di daerah Ngujang dan Tulungagung dan ditempatkan di *Stock Pile* seperti ditunjukkan pada gambar **5.17**. volume pekerjaan diperkirakan 174.832 m^3 untuk zona 2 dan $137.145,25 \text{ m}^3$ untuk zona 3.

Material harus bersih dan tidak berkoheesi terutama terdiri dari pasir dan kerikil dengan ukuran butir maksimum 20 cm untuk zona 2 dan 30 cm zona 3, karena biasanya ketebalan pelapisan untuk bahan pasir dan kerikil diambil antara 20 s/d 50 cm (Sosrodarsono, 1977). Ketika penghamparan tidak boleh ada fragmen batuan ukurannya melebihi desain atau kantung-kantung batuan dan sekelompok batuan yang akan mengganggu pemadatan material dengan sempurna, apabila ada maka segera di buang untuk menghindari ketidak sempurnaan dalam pemadatan. Material zona 2 dan zona 3 harus dihampar secara terus menerus, kurang lebih berupa lapisan mendatar untuk mencegah terjadinya pemisahan butiran (*segregation*) atau terjadinya formasi rongga. Apabila permukaan material terkontaminasi oleh material timbunan lain, maka permukaan tersebut harus segera dibersihkan sebelum lapis berikutnya dihampar.

Material zona 2 dan zona 3 harus dihampar dan dipadatkan sampai ketebalan lebih dari 40

cm terlebih dahulu sebelum penghamparan material zona 1 di semua permukaan. Tiap lapis material untuk zona 2 dan zona 3 harus dipadatkan sampai kepadatan relatif (*relative density*) paling sedikit 70 % dan rata-rata 80%, dan kepadatan relatif yang lebih kecil dari 75% harus tidak boleh dari 20% dengan menggunakan alat pemadat getar (*vibratory roller*) dengan berat lebih dari 110 kN atau hampir sama dengan 11 ton metric pada satuan gravitasi dengan 4 kali lintasan.

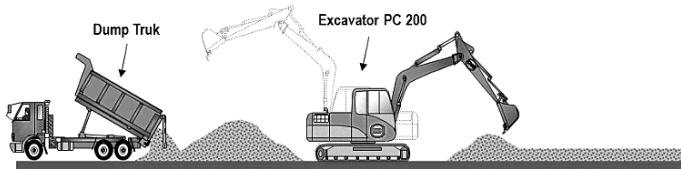
Selain itu, pada saat bahan dituangkan dari *dump truck* biasanya terjadi konsentrasi-konsentrasi butiran yang kasar di daerah tepi-tepi, karenanya diperlukan usaha-usaha pencegahan dengan cara menyingkirkan serta menyebarkan ke atas permukaan bagian tengah timbunan. Berikut ini adalah ilustrasinya :



Gambar 5.29 Ilustrasi pekerjaan pengambilan material filter dari *stock pile*

(sumber : internet)

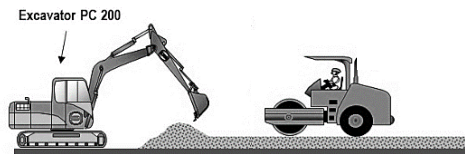
Material filter diambil dari *stock pile* yang diangkut ke dalam *dump truck* dengan menggunakan *excavator* ke lokasi penimbunan.



Gambar 5.30 Ilustrasi pekerjaan penghamparan timbunan filter

(sumber : internet)

Penghamparan dengan menggunakan *excavator*. Penghamparan dan penimbunan zona 2 dan zona 3 dilakukan secara bersamaan dan penghamparannya dilaksanakan menerus serta berdampingan. Ketebalan diatur agar tidak boleh melebihi 40 cm dalam kondisi belum dipadatkan. Apabila terjadi kondisi butiran-butiran yang lebih besar dan kasar terkonsentrasi di samping, maka butiran-butiran tersebut disebar di tengah timbunan atau di buang.



Gambar 5.31 Ilustrasi Pekerjaan pemadatan material filter

(sumber : internet)

Pemadatan dilakukan dengan *vibratory roller* dengan lintasan sesuai dengan hasil *trial embankment*. Khusus area timbunan yang berada di jalan akses, perlu dilindungi oleh pelat guna tidak tercemarnya material zona 2 dan zona 3 dengan material lainnya.

Pelaksanaan penimbunan zona 2 dan zona 3 yang berbatasan dengan zona 4 pelaksanaannya adalah zona filter tetap harus lebih tinggi dibanding zona yang berdekatan.

Kemudian kontrol timbunan di lokasi pekerjaan setelah pemadatan 3 layer, dilakukan pengecekan dengan tujuan mengetahui tingkat kepadatan material, karena untuk zona 5 tidak memiliki kriteria desain. Pengujian dilakukan dengan metode *water replcement*, hal itu berdasarkan material penyusun timbunan yang lebih dari 38 mm diameternya dalam buku "*earth manual part I 3rd edition*" by "*U.S Department of the interior bureau of reclamation*" (Interior, 1998) dalam buku keterangan "Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Tugu Trenggalek" (Karya, 2013).

5.4.3 Timbunan zona 4 (*Random Fill*)

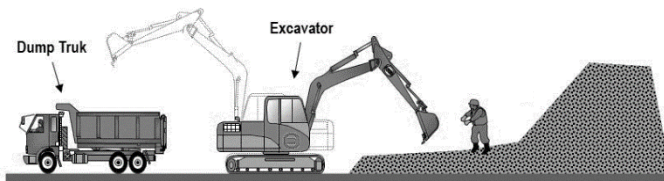
Material pada zona 4 untuk timbunan bendungan terdiri dari galian yang terseleksi yang diambil dari *quarry*. Material random merupakan perpaduan yang baik dari batu besar dan kerikil dengan ukuran partikel maksimum kurang dari 40 cm. Volume pekerjaan timbunan material random diperkirakan 651.228,75 m³.

Sebelum dan selama pemadatan material random harus memiliki kelembapan yang merata sesuai dengan desain. Penempatan material random berbutir halus ditempatkan pada daerah hilir di bagian tengah zona 4 sedangkan material random yang berbutir besar ditempatkan dihilir dan dihilir bagian luar zona 4

Pelaksanaan dalam penanganan penempatan dan pemadatan material zona 4 harus

menghasilkan distribusi dan gradasi yang merata diseluruh area. Pecahan dalam bentuk apapun yang terdapat pada material, yang lebih besar dari ukuran yang ditentukan harus dihilangkan sebelum material dipadatkan. Material berikutnya harus ditempatkan dengan baik sehingga pendistribusian material berlangsung dengan baik juga.

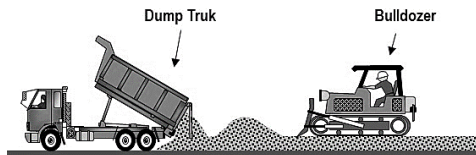
Pada setiap layer zona 4 dipadatkan sebanyak 6 kali lintasan menggunakan *vibrator roller*. Apabila secara visual dirasa kurang kadar air maka ditambahkan air untuk mencapai kadar air optimum. Berikut ilustrasinya :



Gambar 5.32 Ilustrasi pekerjaan pengambilan material random dari *quarry*

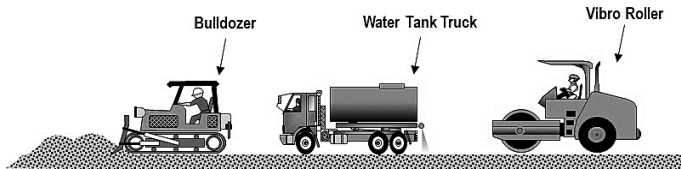
(sumber : internet)

Material random diambil dari *quarry* dengan menggunakan *excavator*, kemudian dimasukkan ke dalam *dump truck* yang akan membawa material ke lokasi penimbunan.



Gambar 5.33 Ilustrasi penghamparan material timbunan random

Material timbunan random dihampar di lokasi dengan menggunakan *bulldozer*, tebal tiap layer tidak boleh lebih dari 40 cm sebelum dipadatkan. Ketika proses penghamparan apabila terdapat material yang melebihi batas maksimum segera dibuang atau di buang pada zona 5.



Gambar 5.34 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material random

(sumber : internet)

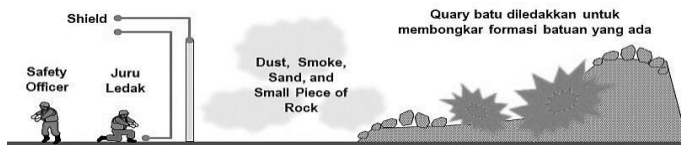
Material random dipadatkan menggunakan *vibro roller* dengan 6 kali lintasan, apabila dirasa secara visual kadar air kurang maka ditambahkan air ke material dari *water tank truck*.

Untuk kontrol timbunan di lokasi pekerjaan setelah pemadatan 3 layer, dilakukan pengecekan dengan tujuan mengetahui tingkat kepadatan material, karena untuk zona 5 tidak memiliki kriteria desain. Pengujian dilakukan dengan metode *water replcement*, hal itu berdasarkan material penyusun timbunan yang lebih dari 38 mm diameternya dalam buku “*earth manual part I 3rd edition*” by “*U.S Department of the interior bureau of reclamation*” (Interior, 1998) dalam buku keterangan “Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Tugu Trenggalek” (Karya, 2013).

5.4.4 Timbunan zona 5 (*Rock Fill*)

Material untuk zona isian batu pada timbunan bendungan diperoleh dari *quarry*. Material harus berupa campuran batu yang cukup keras, awet, batu bergradasi baik, bongkahan dan kerikil yang lolos air dengan ukuran maksimum 80 cm. Volume pekerjaan isian batuan ini diperkirakan 1.937.610,62 m³.

Pada tempat-tempat dimana zona 5 berdekatan zona 4, maka penyedia jasa harus berhati-hati untuk menjamin tidak ada material yang melebihi 40 cm terhampar di lokasi tersebut. Material zona 5 dihampar terus menerus sampai berupa lapisan mendatar untuk mencegah terjadinya pemisahan butiran (*segregation*), kantong-kantong batuan atau terjadinya formasi rongga. Tebal tiap lapis tidak boleh lebih dari 80 cm. pemadatan dilakukan sampai dirasa permukaan material timbunan rata, kondisi tersebut bisa dicapai dengan lintasan sebanyak 2 – 4 kali lintasan.

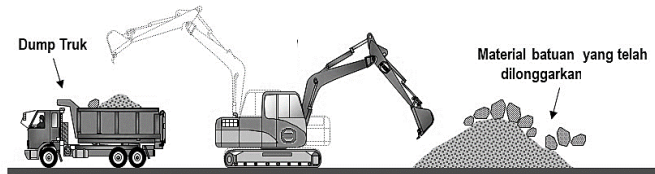


Gambar 5.35 Ilustrasi pekerjaan peledakan batuan untuk material zona 5

(sumber : internet)

Pengadaan material untuk timbunan zona 5 diperoleh dari *quarry*, ada beberapa material yang didapatkan dari proses *blasting* yang dilakukan sesuai gambar ilustrasi di atas. Peledakan sebagian besar menggunakan *smooth*

blasting dan *pre-splitting*. Ketika melakukan peledakan di *quarry* harus dipastikan sudah dibuat perlindungan terhadap manusia, pekerjaan dan harta benda milik umum maupun pribadi.

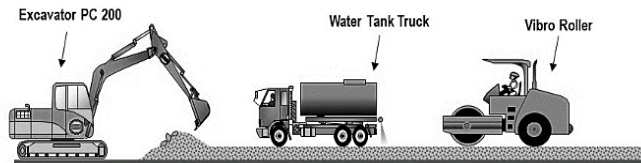


Gambar 5.36 Ilustrasi pekerjaan pengangkutan material timbunan batu

(sumber : internet)

Kemudian hasil dari *blasting* diangkut ke dalam *dump truck* menggunakan *excavator*. Material sebelum diangkut dilonggarkan terlebih dahulu agar memudahkan dalam memilih batuan dan pengangkutan ke lokasi timbunan.

Timbunan batu di hampar menggunakan *bulldozer*, tebal tiap lapis diusahakan max 80 cm sebelum dipadatkan. Apabila dalam proses penghamparan terdapat material yang melebihi ukuran maksimal maka segera menyisihkan ke sisi terluar supaya bisa dilakukan pemecahan batu.



Gambar 5.37 Ilustrasi pekerjaan pemadatan material timbunan batu

(sumber : internet)

Pemadatan dilakukan dengan metode penimbunan berlapis-lapis yakni dengan menempatkan bahan pada suatu tempat tertentu, kemudian diratakan hingga mencapai ketebalan yang efektif untuk pemadatan (Sosrodarsono, 1977). Untuk meningkatkan efektifitas dari pemadatan ini dilakukan penyiraman terlebih dahulu pada material timbunan seperti pada gambar ilustrasi di atas. Pemadatan dilakukan menggunakan *vibro roller*.

Kemudian kontrol timbunan di lokasi pekerjaan setelah pemadatan 3 layer, dilakukan pengecekan dengan tujuan mengetahui tingkat kepadatan material, karena untuk zona 5 tidak memiliki kriteria desain. Pengujian dilakukan dengan metode *water replacement*, hal itu berdasarkan material penyusun timbunan yang lebih dari 38 mm diameternya dalam buku “*earth manual part I 3rd edition*” by “*U.S Department of the interior bureau of reclamation*” (Interior, 1998) dalam buku keterangan “Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Tugu Trenggalek” (Karya, 2013).

5.4.5 Timbunan zona *rip-rap* bendungan

Volume pekerjaan zona *rip-rap* bendungan Tugu diperkirakan 20.100 m³. Material untuk zona *rip-rap* ini adalah batu pilihan yang diperoleh dari *quarry*, namun batu tersebut adalah batu pilihan sesuai kriteria desain. Apabila ada material yang dihampar terdapat pertikel yang lebih besar atau lebih kecil dari pada ukuran yang telah ditentukan, maka material tersebut harus segera dibuang, dan juga adanya rongga-rongga

yang besar harus dihilangkan. Berikut ini kriteria desain untuk zona *rip-rap*

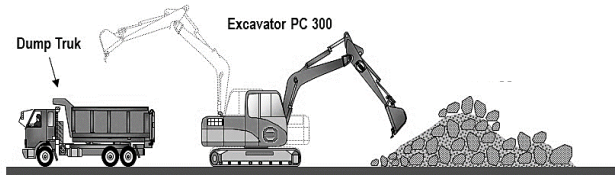
Tabel 5.52 Kriteria desain material untuk zona *rip-rap*

	Particle Size / Ukuran Partikel				
	100 mm	200 mm	500 mm	1.000 mm	1.250 mm
(Prosentase Lolos) (%)	4 - 0	10 - 0	55 - 25	100 - 80	100

(sumber : BBWS Brantas)

Dalam pelaksanaannya pekerjaan timbunan material zona *rip-rap* harus dilakukan dengan baik terutama pada penyelesaian kemiringan. Apabila dilakukan dengan baik maka akan menghasilkan fragmen batu besar menyebar rata dengan ukuran maksimum membesar ke arah luar kemiringan dan fragmen batu yang lebih kecil akan mengisi tempat tempat di antara fragmen batu yang lebih besar agar menghasilkan ikatan saling mengunci yang baik serta menghasilkan permukaan yang cukup kasar.

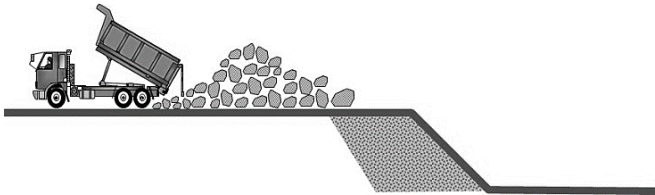
Material untuk zona *rip-rap* harus dihampar secara terus menerus sampai kurang lebih berupa lapisan mendatar untuk mencegah terjadinya pemisahan butiran (*segregation*), dan formasi rongga besar yang membahayakan. Berikut ilustrasinya :



Gambar 5.38 Ilustrasi pekerjaan pengangkutan material timbunan *rip-rap*

(sumber : internet)

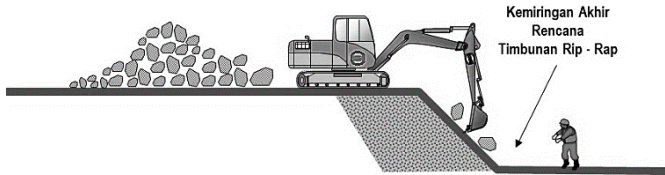
Material zona *rip-rap* diperoleh dari *quarry*, terdapat juga material *rip-rap* hasil *blasting*. Material diangkat ke dalam *dump truck* menggunakan *excavator* untuk di bawa ke lokasi.



Gambar 5.39 Ilustrasi pekerjaan penghampara zona *rip-rap*

(sumber : internet)

Material dihampar di dekat lokasi penimbunan. Pada lokasi penghamparan material dipilih yang memenuhi spesifikasi saja yang akan digunakan untuk material timbunan *rip-rap*.

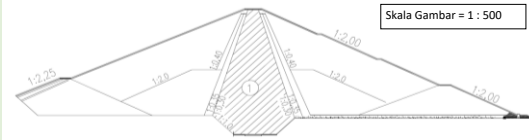
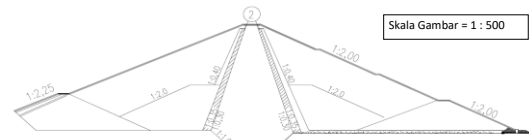
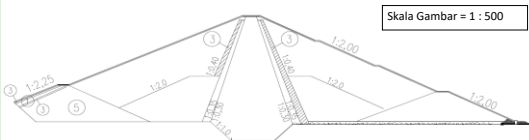
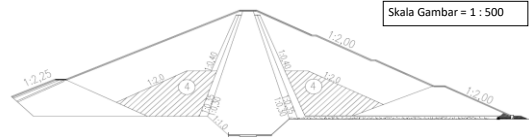
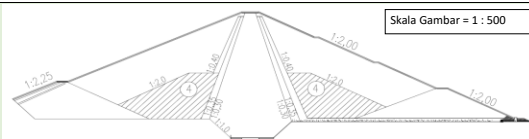
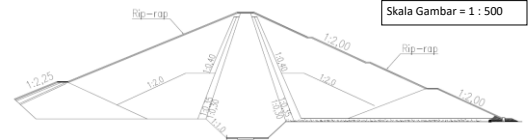


Gambar 5.40 Ilustrasi pekerjaan peletakan material zona *rip-rap*

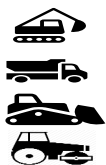
(sumber : internet)

Peletakan timbunan *rip-rap* dengan menggunakan *excavator*, proses ini dikawal oleh tim survei dan diawasi pelaksana untuk mendapat kemiringan akhir yang baik dan memastikan tidak ada rongga yang besar yang tertinggal diantara fragmen-fragmen batu besar tanpa diisi dengan fragmen-fragmen yang lebih kecil, sehingga mendapatkan *interlock* yang baik.

“Halaman sengaja dikosongkan”

NO	AKTIVITAS	(BULAN)	POTONGAN MELINTANG (TAP ZONA)	TAHUN 2												TAHUN 3											
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
4	Pekerjaan Timbunan Bendungan Utama																										
4.1	Timbunan Zona 1/ Inti	11																									
4.2	Timbunan Zona 2/ Filter halus	9																									
4.3	Timbunan Zona 3/ Filter Kasar	7																									
4.4	Timbunan Zona 4/ Random Fill	14																									
4.5	Timbunan Zona 5/ Rock Fill	16																									
4.6	Timbunan Rip-rap	5																									

KETERANGAN :



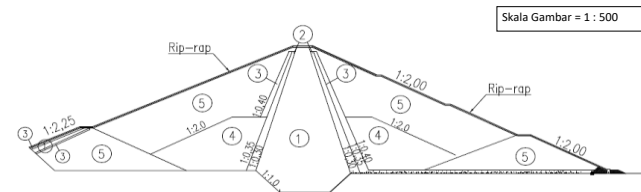
- EXCAVATOR
- DUMP TRUCK
- BULLDOZER
- VIBRO ROLLER

1
2
3

- Zona 1 (Inti kedap air)
- Zona 2 (Filter Halus)
- Zona 3 (Filter Kasar)

4
5

- Zona 4 (Random Fill)
- Zona 5 (Rock Fill)





BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari tugas akhir kamu adalah sebagai :

1. Diperoleh volume timbunan tubuh bendung seperti keterangan di bawah :
 - Volume timbunan *imprevious core* (zona 1)
: 825.031,07 m³.
 - Volume timbunan filter halus (zona 2)
: 174.832 m³.
 - Volume timbunan filter kasar (zona 3)
: 137.145,25 m³.
 - Volume timbunan random tanah (zona 4)
: 651.228,75 m³
 - Volume timbunan batu (zona 5)
: 1.937.610,62 m³
 - Volume timbunan rip-rap
: 53.627,49 m³.
2. Produktivitas alat untuk tiap zona adalah sebagai berikut :
 - Timbunan *imprevious core* (zona 1)
Excavator sebesar 78.681 m³/jam, *Dump truck* sebesar 28.570 m³/jam, *Bulldozer* sebesar 68.656 m³/jam, dan *Sheepfoot Roller* sebesar 62.250 m³/jam.
 - Timbunan filter halus (zona 2)
Excavator sebesar 79.337 m³/jam, *Dump truck* sebesar 41.984 m³/jam, *Bulldozer* sebesar 62.854 m³/jam, dan *Vibrator Roller* sebesar 62.250 m³/jam.
 - Timbunan filter kasar (zona 3)
Excavator sebesar 79.337 m³/jam, *Dump truck* sebesar 41.984 m³/jam, *Bulldozer* sebesar 62.854

m^3/jam , dan *Vibrator Roller* sebesar 56.250 m^3/jam .

- Timbunan *random fill* (zona 4)
Excavator sebesar 49.332 m^3/jam , *Dump truck* sebesar 33.374 m^3/jam , *Bulldozer* sebesar 68.656 m^3/jam , dan *Vibrator Roller* sebesar 124.500 m^3/jam .
- Timbunan *rock fill* (zona 5)
Excavator sebesar 46.366 m^3/jam , *Dump truck* sebesar 32.728 m^3/jam , *Bulldozer* sebesar 68.656 m^3/jam , dan *Vibrator Roller* sebesar 62.250 m^3/jam .
- *Rip-rap*
Excavator sebesar 41.214 m^3/jam , dan *Dump truck* sebesar 32.730 m^3/jam .

Dengan demikian total alat berat yang digunakan untuk pembangunan tubuh bendung terutama untuk pekerjaan timbunan adalah : 21 *excavator*, 35 *dump truck*, 17 *bulldozer*, 6 *sheepfoot roller*, 9 *vibrator roller*.

3. Bahan yang digunakan untuk penimbunan tiap-tiap zona adalah sebagai berikut :
 - a. Zona 1 adalah material *clay* atau lempung yang diambil dari *borrow area* dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1,156 t/m^3
 - Kepadatan tanah di lab 1,160 t/m^3 .
 - Derajat kepadatan 99,6 % (syarat > 98 %).
 - b. Zona 2 adalah material pasir yang diambil dari daerah Ngujang dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1,928 t/m^3
 - Kepadatan tanah di lab 1,950 t/m^3 .

- Derajat kepadatan 104,4 % (syarat >80%)
- c. Zona 3 adalah material pasir yang diambil dari daerah Ngujang dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1.964 t/m³.
 - Kepadatan tanah di lab 2.002 t/m³.
 - Derajat kepadatan 86,8 % (syarat >80%).
- d. Zona 4 adalah material *random* yang diambil dari *quarry* dan hasil galian terseleksi dengan spesifikasi sebagai berikut :
 - Kepadatan tanah di lapangan *trial embankment* 1.847 t/m³.
 - Kepadatan tanah di lab 1,853 t/m³.
 - Derajat kepadatan 97.65 % (syarat ≥ 90 %).
- e. Zona 5 adalah material batu yang diambil dari *quarry*.
- f. *Rip – rap* adalah material batu yang diambil dari *quarry*.
- 4. Jumlah hari kerja dengan metode yang kami gunakan mencapai 523 hari.

6.2 Saran

Untuk pekerjaan pembangunan *main dam* disarankan untuk selalu mengadakan perawatan alat berat rutin setiap bulan agar kondisi alat tetap prima dalam melakukan pekerjaanya.

Untuk para pekerja diharuskan untuk mematuhi K3 standart.

Kemudian, apabila lapisan teratas penimbunan tertimpa hujan, maka diusahakan agar menghilangkan cekungan-cekungan yang terdapat dipermukaan lapisan dan membuat parit-parit sementara. Sselanjutnya apabila hujan telah reda maka disarankan supaya lapisan permukaan paling atas dibolak-balik agar segera kering.

“Halaman sengaja dikosongkan”



DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSATAKA

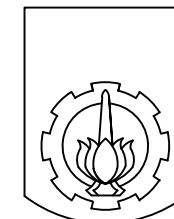
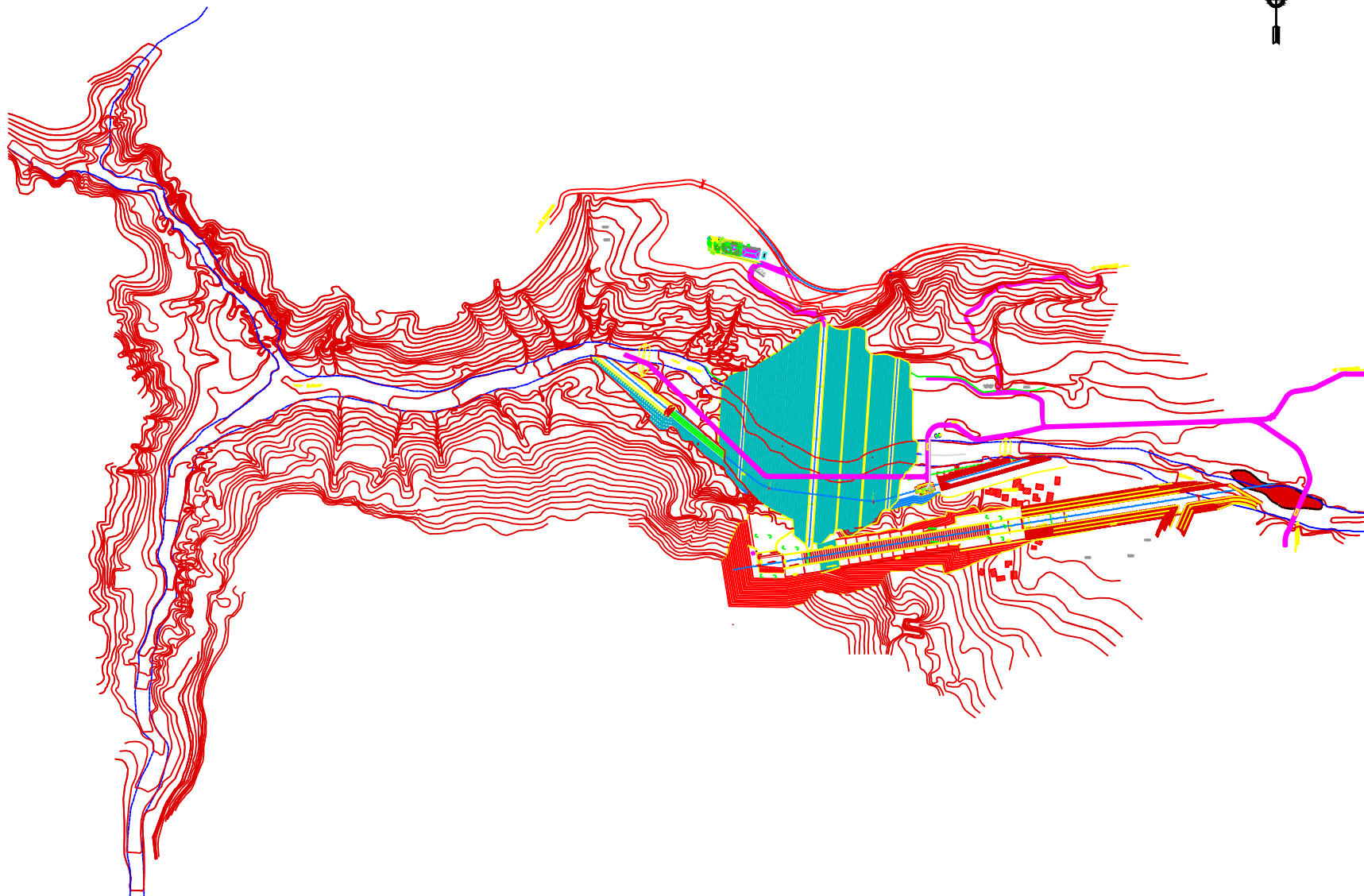
- ASTM. (2008). ASTM-D1556-15: Standard test method for density and unit weight of soil in place by sand-cone method. *ASTM International*, 1–8.
<https://doi.org/10.1520/D1556>
- Das, B. M., Endah, N., & Mochtar, I. B. (1995). *MEKANIKAH TANAH Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*, 1–291. <https://doi.org/1994>
- Interior, U. S. D. of the B. of R. (1998). *Earth manual. Revised, First Edition. Washington, DC*, 348. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:EARTH+MANUAL#5>
- PT. Wijaya Karya. (2013). *Dokumen Spesifikasi Teknis Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Tugu Trenggalek*. Trenggalek: Satker PPK bendungan.
- Mahayana, B. D. (2017). *Metode Pelaksanaan Terowongan Pengelak Bendungan Tukul Kabupaten Pacitan Jawa Timur*. Surabaya: Tugas Akhir Terapan DIII Teknik Infrastruktur Sipil ITS.
- Sosrodarsono, S. D. (1977). *Bendungan Type Urugan* (4th ed.). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suprayogi, D., & Yuliansa, R. (2018). *METODE PELAKSANAAN MAIN DAM BENDUNGAN TUKUL KABUPATEN PACITAN, JAWA TIMUR*. Surabaya: Tugas Akhir Terapan DIII Teknik Infrastruktur Sipil ITS.
- Widiasanti, I. I. M. ., & Lenggogeni, M. . (2013). *Menejemen Konstruksi*. (P. Latifah, Ed.) (pertama). Bandung: PT. Remaja Rosdakarya Offset.

“Halaman sengaja dikosongkan”



LAMPIRAN

LAMPIRAN



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)
HABIBUR ROHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

NAMA GAMBAR

DENAH UMUM BENDUNGAN
TUGU TRENGGALEK

SKALA

1 : 2000

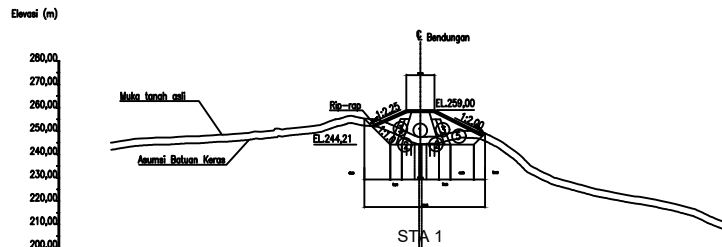
SUMBER GAMBAR

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR SATUAN KERJA BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI BRANTAS							
BAGIAN : BENDUNGAN							
PT. NORA KARYA WILAYAH 1 MALANG CONSULTING ENGINEERS	<table border="1"> <tr> <td>Disusun oleh :</td> <td>Ir. Edy Sumirman, M.T.</td> </tr> <tr> <td>Disetujui oleh :</td> <td>Ir. Edy Sumirman, M.T.</td> </tr> <tr> <td>Disetujui oleh :</td> <td>Ir. Edy Sumirman, M.T.</td> </tr> </table>	Disusun oleh :	Ir. Edy Sumirman, M.T.	Disetujui oleh :	Ir. Edy Sumirman, M.T.	Disetujui oleh :	Ir. Edy Sumirman, M.T.
Disusun oleh :	Ir. Edy Sumirman, M.T.						
Disetujui oleh :	Ir. Edy Sumirman, M.T.						
Disetujui oleh :	Ir. Edy Sumirman, M.T.						
PPK, Perencanaan dan Program	Disetujui oleh :						
Ir. Sri Murni Widyanti, M.T.	Ir. Rully Widyanti, R. CES						

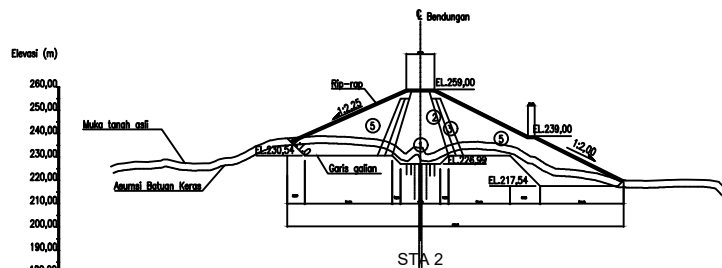
NOMOR LAMPIRAN

1

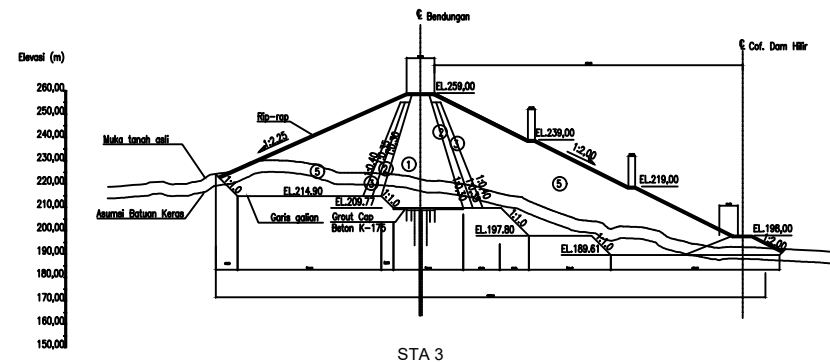
SKALA 0 50 100 150 200m
1 : 2000



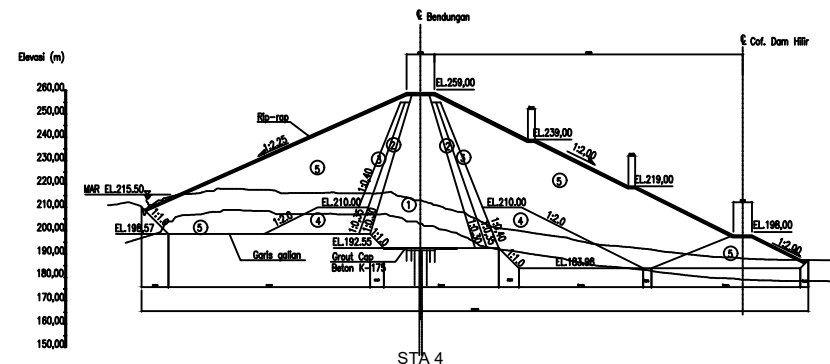
Zona	Luas m ²	Jarak STA 0 - STA 1	Volume m ³
1	162.348	25	4058.708
2	47.6	25	1190
3	47.6	25	1190
4	-	25	-
5	195.07	25	4876.75



Zona	Luas m ²	Jarak STA 1 - STA 2	Volume m ³
1	492.129	25	12303.22
2	123.82	25	3095.5
3	123.82	25	3095.5
4	-	25	-
5	1619.01	25	40475.25



Zona	Luas m ²	Jarak STA 2 - STA 3	Volume m ³
1	1065.883	25	26647.08
2	255.82	25	6395.5
3	255.82	25	6395.5
4	-	25	-
5	4805.91	25	120147.8



Zona	Luas m ²	Jarak STA 3 - STA 4	Volume m ³
1	1783.622	25	44590.55
2	405.16	25	10129
3	354.25	25	8856.25
4	1311.09	25	32777.25
5	6098.947	25	152473.7

SKALA 0 20 40 60 80 100 m
SKALA 1 : 1000



JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(1011150000016)

HABIBUR ROHMAN
(1011150000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

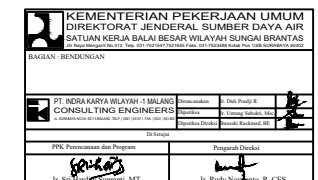
NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU STA 1 - STA 4

SKALA

1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

2

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)

HABIBUR RDHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

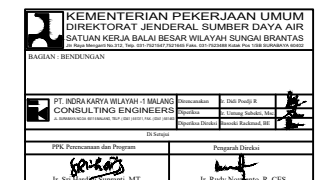
NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU STA 5 - STA 6

SKALA

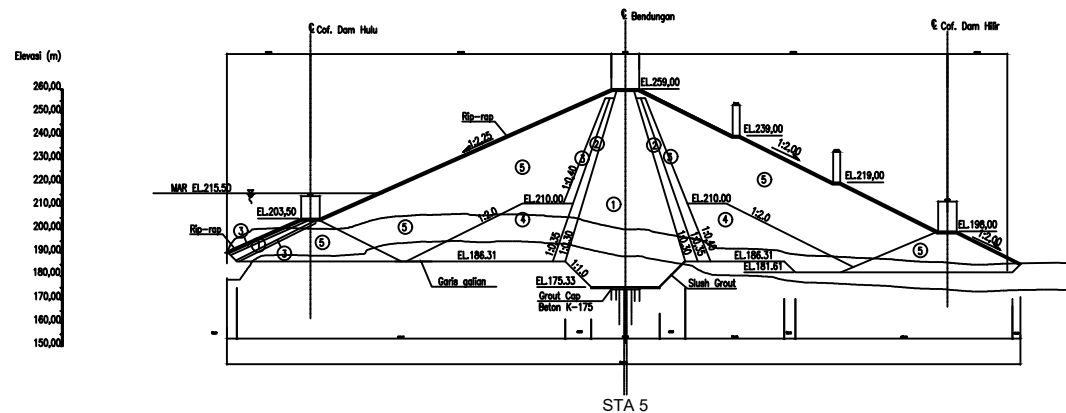
1 : 1000

SUMBER GAMBAR

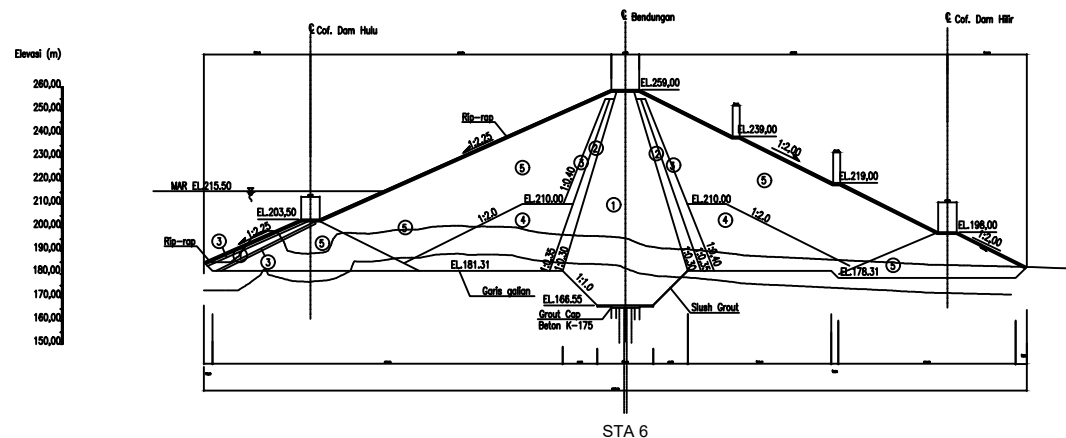


NOMOR LAMPIRAN

3

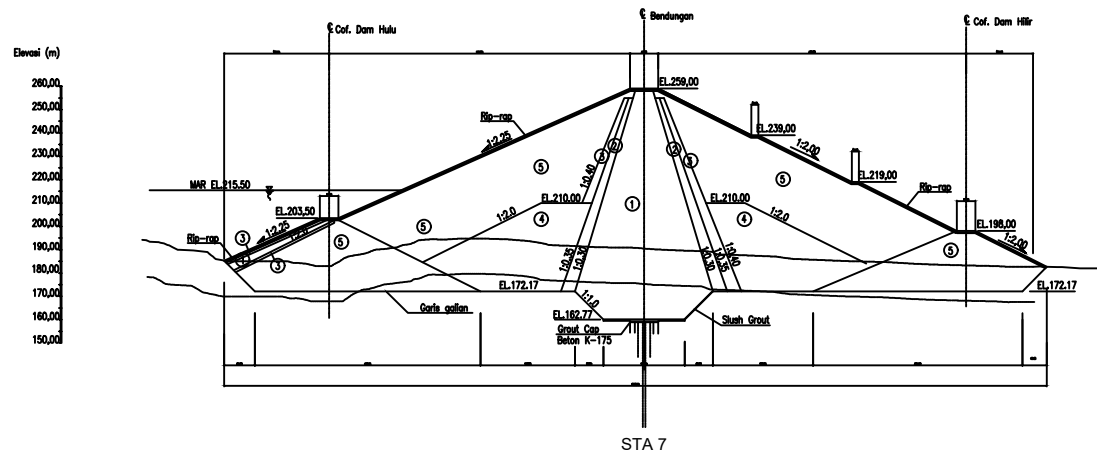


Zona	Luas m ²	Jarak STA 4 - STA 5	Volume m ³
1	2748.603	25	68715.08
2	513.83	25	12845.75
3	394.65	25	9866.25
4	2078.168	25	51954.19
5	6407.39	25	160184.8

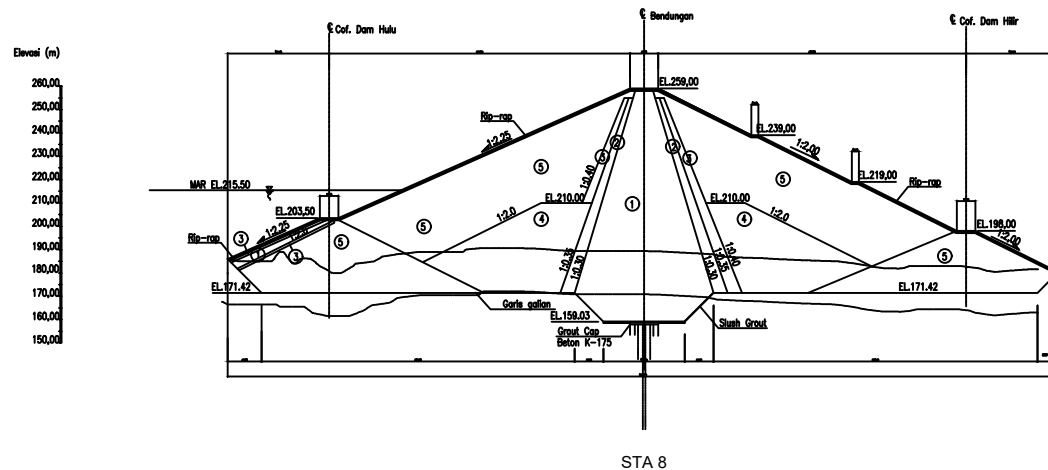


Zona	Luas m ²	Jarak STA 5 - STA 6	Volume m ³
1	3206.694	25	80167.36
2	554.35	25	13858.75
3	414.12	25	10353
4	2401.475	25	60036.88
5	6443.289	25	161082.2

SKALA 0 20 40 60 80 100 m
SKALA 1 : 1000

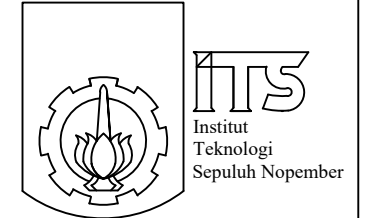


Zona	Luas m ²	Jarak STA 6 - STA 7	Volume m ³
1	3267.81	25	81695.25
2	661.04	25	16526
3	467.52	25	11688
4	3223.263	25	80581.59
5	6479.398	25	161985



Zona	Luas m ²	Jarak STA 7 - STA 8	Volume m ³
1	3325.887	25	83147.17
2	670.1	25	16752.5
3	472.05	25	11801.25
4	3266.794	25	81669.85
5	6401.4	25	160035

SKALA 0 20 40 60 80 100 m
SKALA 1 : 1000



JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)
HABIBUR RDHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

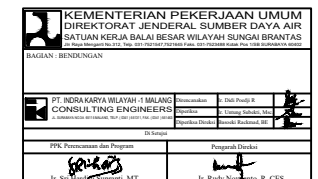
NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU STA 7 - STA 8

SKALA

1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

4

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)

HABIBUR RDHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

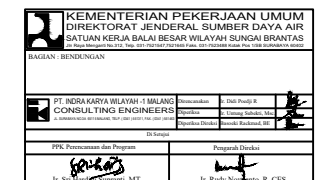
NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU STA 9 - STA 10

SKALA

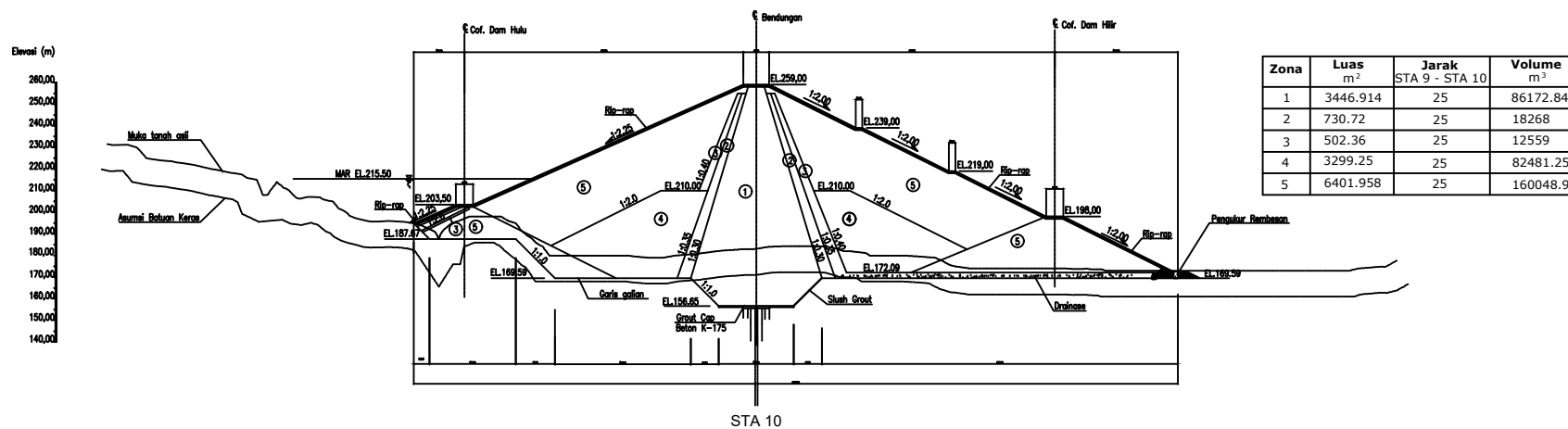
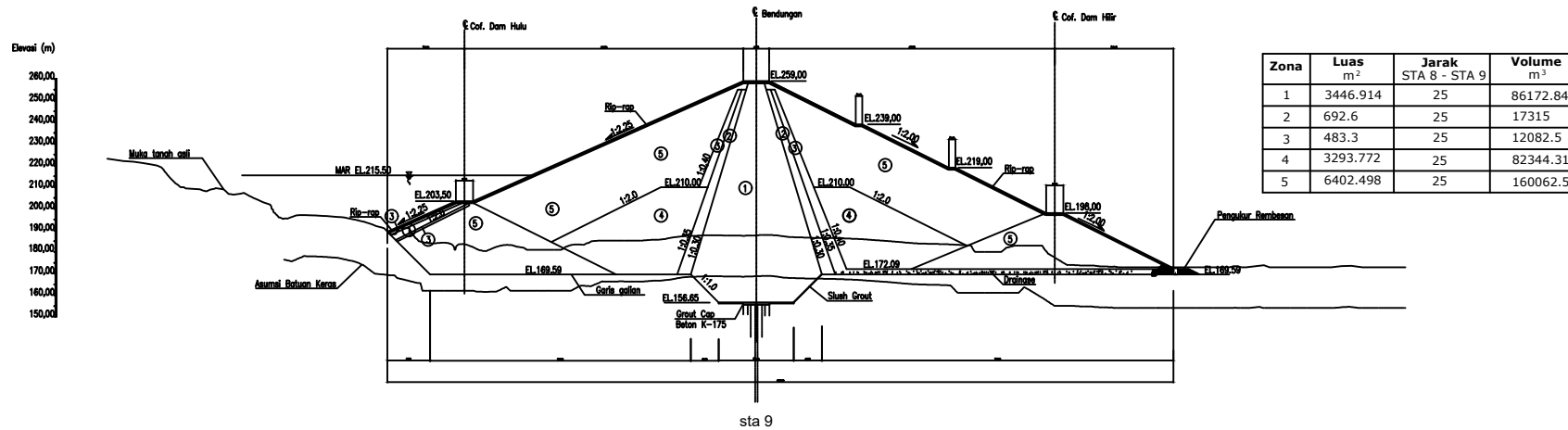
1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

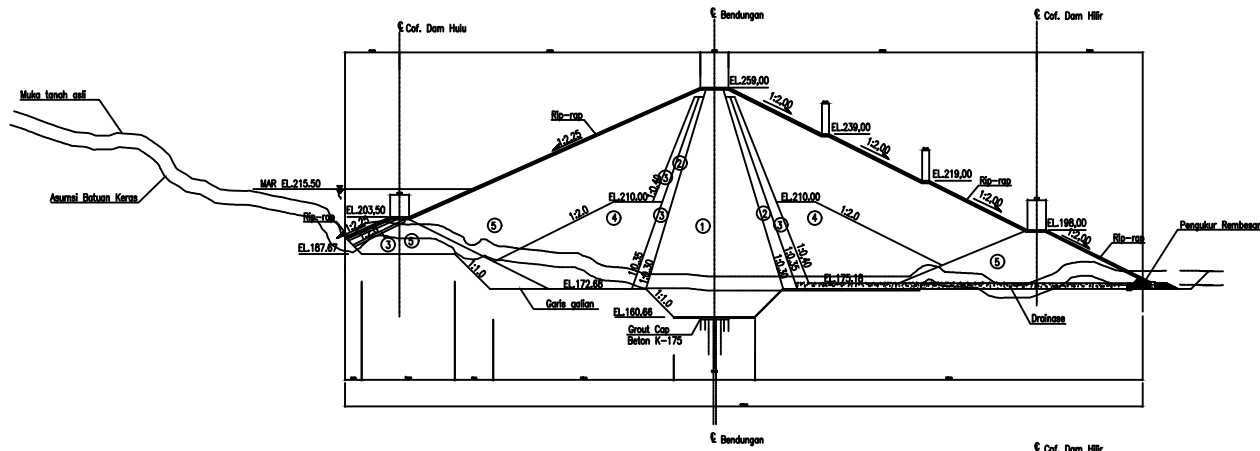
5



SKALA 0 20 40 60 80 100 m
SKALA 1 : 1000

Elevasi (m)

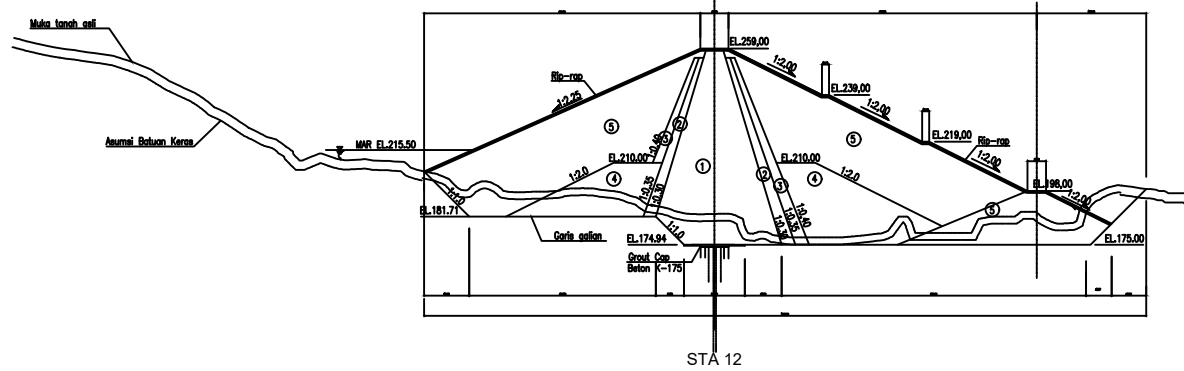
260,00
250,00
240,00
230,00
220,00
210,00
200,00
190,00
180,00
170,00
160,00
150,00



Zona	Luas m ²	Jarak STA 10 - STA 11	Volume m ³
1	3234.122	25	80853.04
2	654.88	25	16372
3	464.44	25	11611
4	3074.02	25	76850.5
5	6426.29	25	160657.3

Elevasi (m)

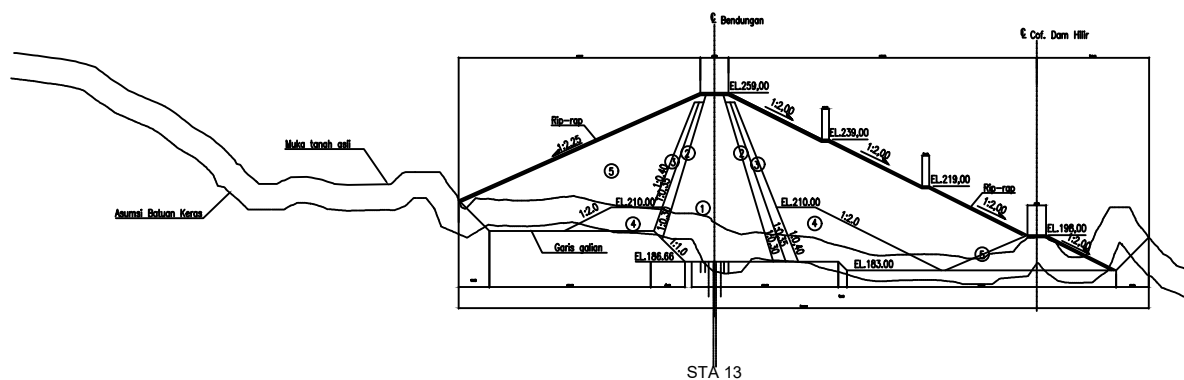
260,00
250,00
240,00
230,00
220,00
210,00
200,00
190,00
180,00
170,00
160,00
150,00



Zona	Luas m ²	Jarak STA 11 - STA 12	Volume m ³
1	2403.341	25	60083.53
2	560.1	25	14002.5
3	450.92	25	11273
4	2357.69	25	58942.44
5	6361.125	25	159028.1

Elevasi (m)

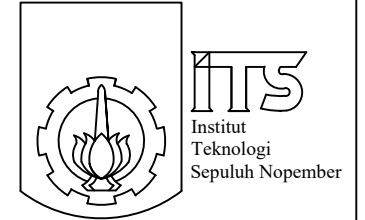
260,00
250,00
240,00
230,00
220,00
210,00
200,00
190,00
180,00
170,00
160,00



Zona	Luas m ²	Jarak STA 12 - STA 13	Volume m ³
1	1865.541	25	46638.53
2	438.16	25	10954
3	384.94	25	9623.5
4	1271.623	25	31790.58
5	5700.17	25	142504.3

SKALA 0 20 40 60 80 100 m

SKALA 1 : 1000



JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)
HABIBUR RDHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

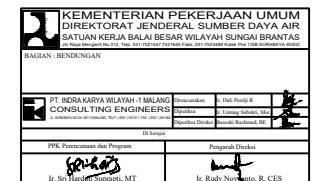
NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU STA 11 - STA 13

SKALA

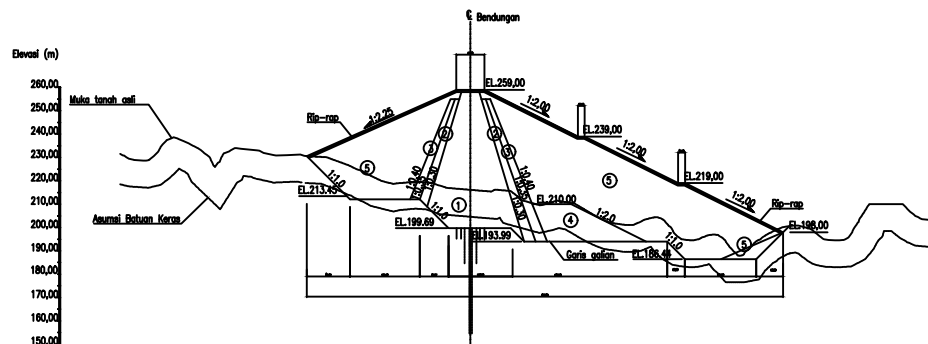
1 : 1000

SUMBER GAMBAR



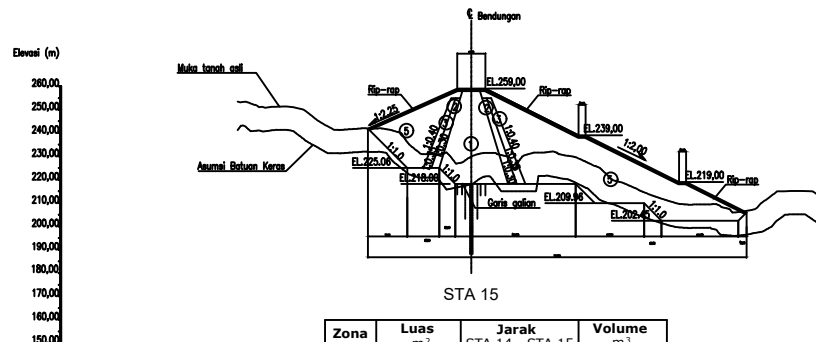
NOMOR LAMPIRAN

6



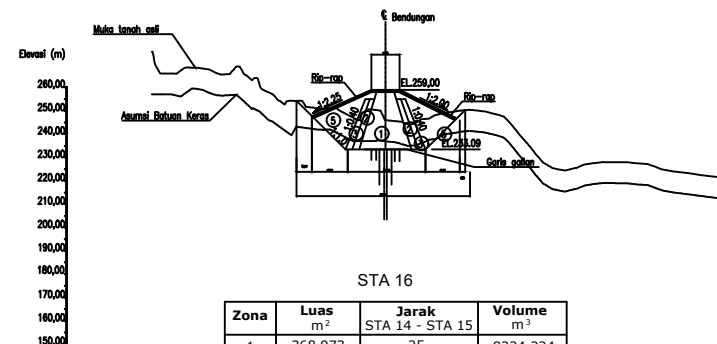
STA 14

Zona	Luas m ²	Jarak STA 13 - STA 14	Volume m ³
1	1303.812	25	32595.29
2	345.98	25	8649.5
3	339.62	25	8490.5
4	471.997	25	11799.93
5	3487.335	25	87183.38



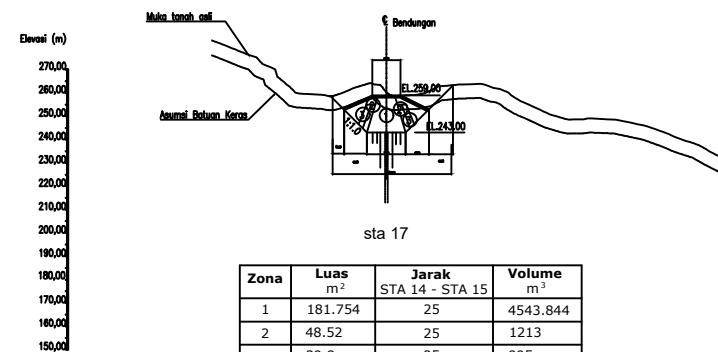
STA 15

Zona	Luas m ²	Jarak STA 14 - STA 15	Volume m ³
1	696.898	25	17422.45
2	184.4	25	4610
3	184.4	25	4610
4	-	25	-
5	2502.444	25	62561.1



STA 16

Zona	Luas m ²	Jarak STA 14 - STA 15	Volume m ³
1	368.973	25	9224.324
2	106.2	25	2655
3	106.2	25	2655
4	-	25	-
5	453.521	25	11338.03



sta 17

Zona	Luas m ²	Jarak STA 14 - STA 15	Volume m ³
1	181.754	25	4543.844
2	48.52	25	1213
3	39.8	25	995
4	-	25	-
5	285.926	25	7148.15

SKALA 0 20 40 60 80 100 m
SKALA 1 : 1000



JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)
HABIBUR ROHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

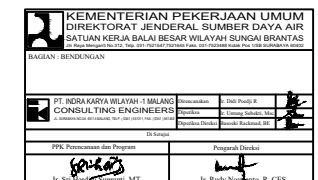
NAMA GAMBAR

POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU STA 14 - STA 17

SKALA

1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

7

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)
HABIBUR ROHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

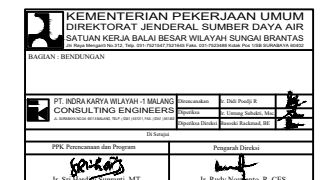
NAMA GAMBAR

TIPIKAL POTONGAN MELINTANG
BENDUNGAN TUGU

SKALA

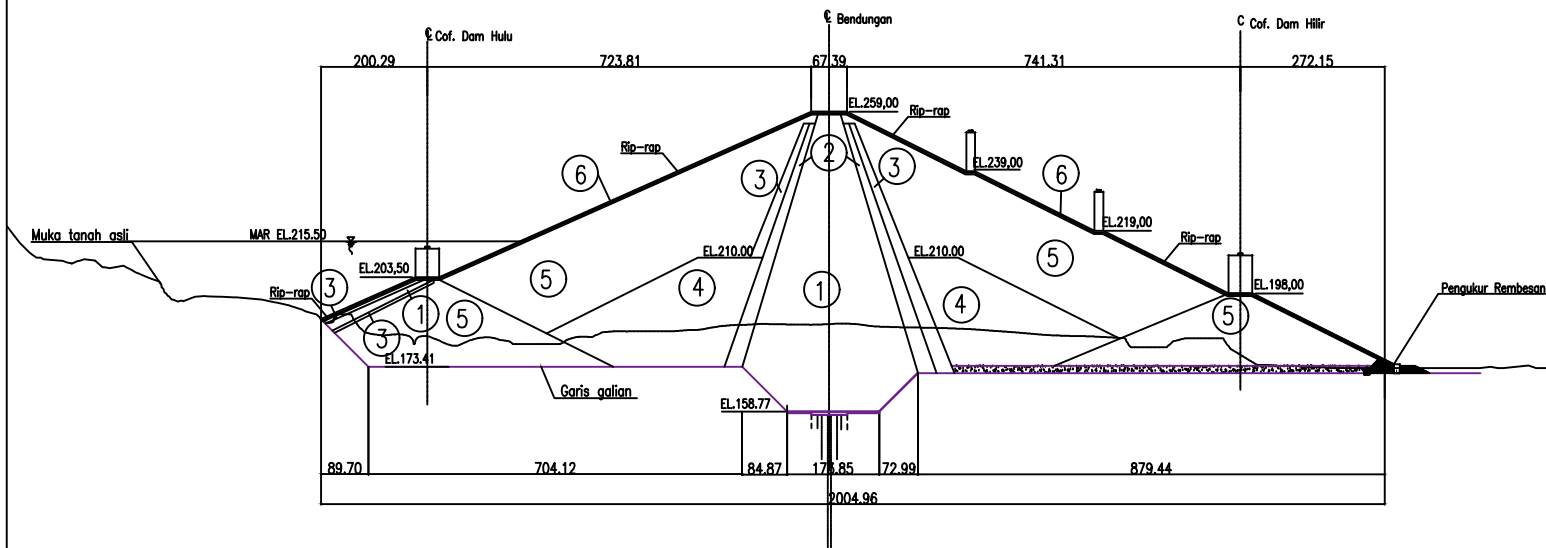
1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

8

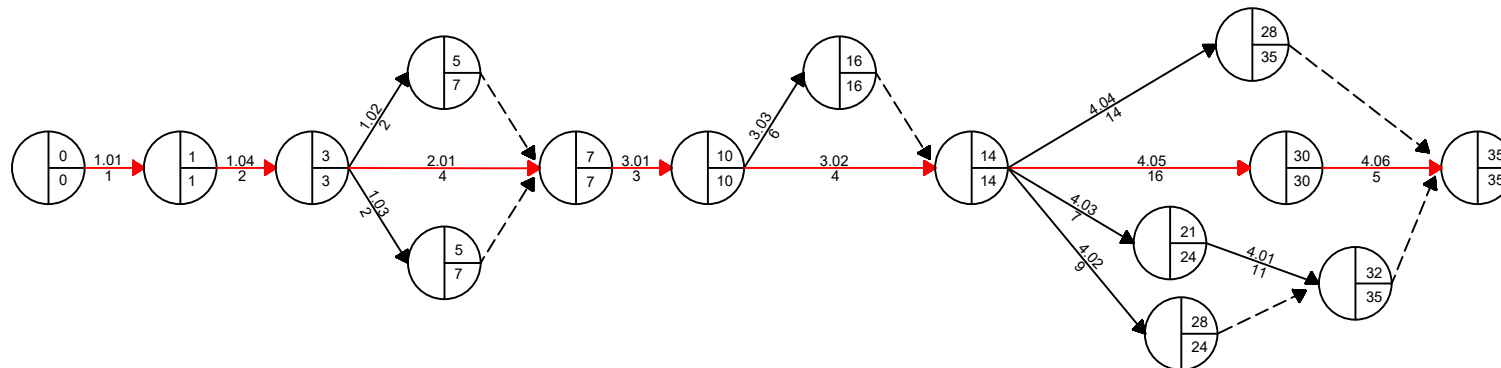


PARAMETER MATERIAL

No	Material	Jenis	Ukuran
1	Inti Kedap Air	Lempung / clay	<10 cm
2	Filter Halus	Pasir	<20 cm
3	Filter Kasar	Pasir	<30 cm
4	Random Tanah	Tanah Random	<40 cm
5	Timbunan Batu	Batu	<80 cm
6	Rip Rap	Batu	80 - 100 cm

SKALA 0 20 40 60 80 100 m
SKALA 1 : 1000

NO	JENIS PEKERJAAN	KODE	AKTIVITAS		DURASI (BULAN)
			SEBELUM	SESUDAH	
1	<u>Pekerjaan Persiapan</u>				
1.1	Penetapan <i>Bench Mark</i>	1.01	-	1.04	1
1.2	Jalan Utama (<i>Acces Road</i>)	1.02	1.04	3.01	2
1.3	Jalan Hantar	1.03	1.04	3.01	2
1.4	<i>Clearing and Grubbing</i>	1.04	1.01	1.02 ; 1.03 ; 2.01	2
2	<u>Pekerjaan Galian</u>				
2.1	Galian Tanah Bendungan Utama	2.01	1.04	3.01	4
3	<u>Cofferdam</u>				
3.1	Saluran Pengelak	3.01	2.01	3.02	3
3.2	<i>Cofferdam</i> sementara	3.02	3.01	4.02 ; 4.03 ; 4.04 ; 4.05	4
3.3	<i>Cofferdam</i> permanen	3.03	3.01	4.05	6
4	<u>Pekerjaan Timbunan Bendungan Utama</u>				
4.1	Timbunan Zona 1/ Inti	4.01	4.02 ; 4.03	4.06	11
4.2	Timbunan Zona 2/ Filter halus	4.02	3.02	4.01	9
4.3	Timbunan Zona 3/ Filter Kasar	4.03	3.02	4.01	7
4.4	Timbunan Zona 4/ <i>Random Fill</i>	4.04	3.02	4.06	14
4.5	Timbunan Zona 5/ <i>Rock Fill</i>	4.05	3.02	4.06	16
4.6	Timbunan <i>Rip-rap</i>	4.06	4.01 ; 4.04 ; 4.05	-	5



JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)

HABIBUR RDHMAN
(10111500000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

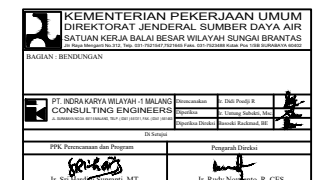
NAMA GAMBAR

NETWORK PLANNING

SKALA

1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

9



JURUSAN D3 TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

NAMA MAHASISWA

LUQMAN KHOIRUDDIN DARMAWAN
(10111500000016)

HABIBUR ROHMAN
(1011150000043)

DOSEN PEMBIMBING

Ir. EDY SUMIRMAN, M.T.
19581212 198701 1 001

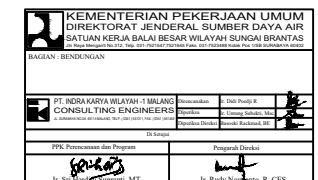
NAMA GAMBAR

BARCHART

SKALA

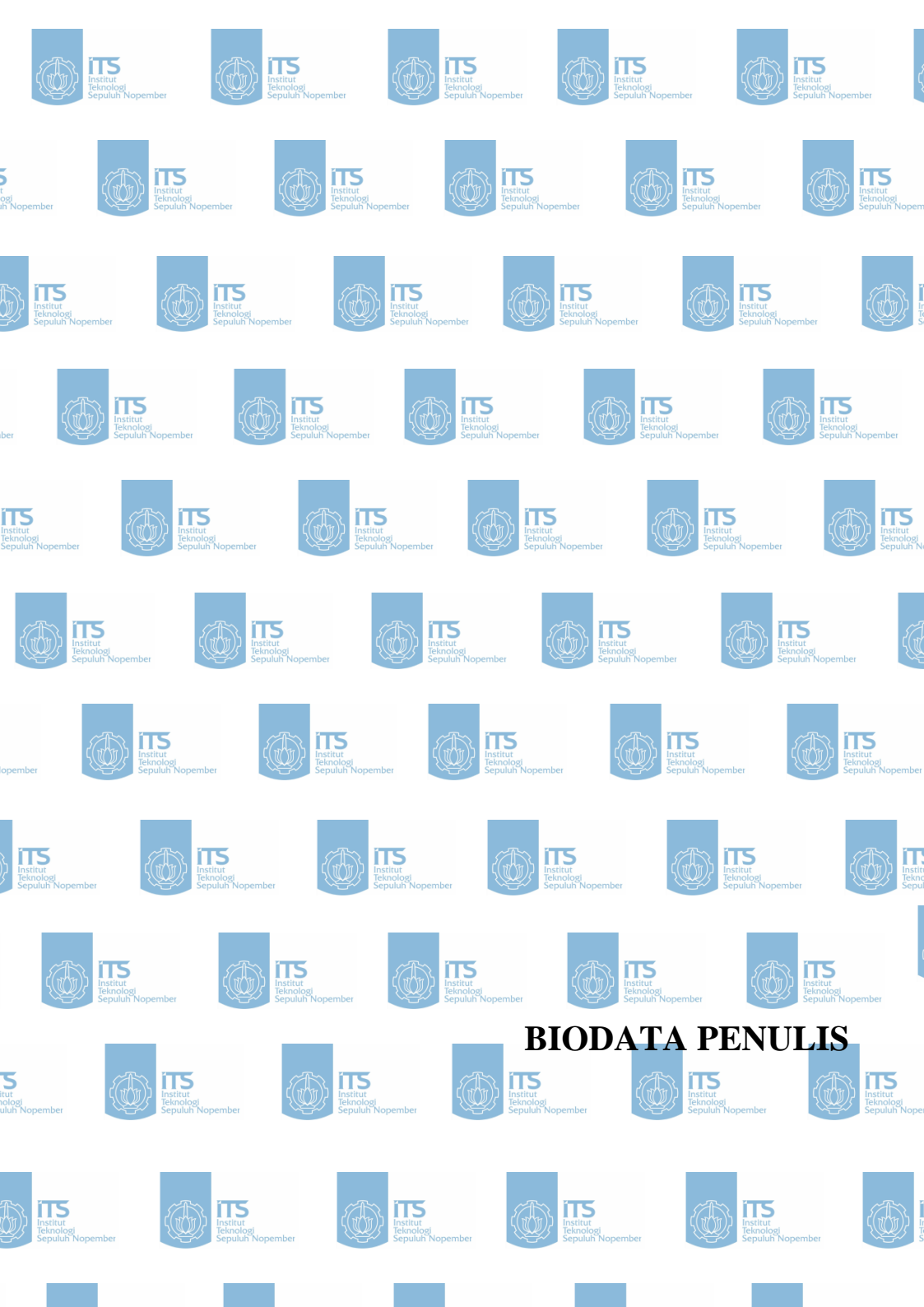
1 : 1000

SUMBER GAMBAR



NOMOR LAMPIRAN

[illegible]



BIODATA PENULIS

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Luqman Khoiruddin Darmawan dilahirkan di Blora, 31 Juli 1997, merupakan anak kedua dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Aisyah 51, Surabaya. SD Khadijah 3, Surabaya. SMPN 20 Surabaya dan SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari

SMA tahun 2015, Penulis melanjutkan pendidikan kuliah dan diterima di Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS dengan jenjang D3 pada tahun 2015 dengan NRP 3115030016 dan berubah menjadi 10111500000016 pada tahun 2017.

Di jurusan teknik sipil, penulis mengambil bidang studi Bangunan Keairan. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan yang diadakan di Jurusan, Fakultas, dan Institut.

BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Habibur Rohman dilahirkan di Jombang, 08 April 1997, merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Setia Marga Carangrejo, Kesamben, Jombang. MI Mubtadi'ul Ulum Carangrejo, Kesamben, Jombang. SMPN 1 Sumobito, Jombang dan SMA

Negeri Mojoagung, Jombang. Setelah lulus dari SMA tahun 2015, Penulis melanjutkan pendidikan kuliah dan diterima di Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS dengan jenjang D3 pada tahun 2015 dengan NRP 3115030043 dan berubah menjadi 10111500000043 pada tahun 2017.

Di jurusan teknik sipil, penulis mengambil bidang studi Bangunan Keairan. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan yang diadakan di Jurusan, Fakultas, dan Institut.